Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE†
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

43. JAHRGANG **HEFT 23** (ERSTES DEZEMBERHEFT) **1956**

INHALT

AUFSÄTZE Seite

Über die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit aus elektromagnetischen Messungen nach W. Weber und R. Kohlrausch. Von F. Kirchner 529

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Zur elektrischen Störleitung in Halogensilber-Einkristallen. Von R. Matejec 533

Resonanzeinfang von Neutronen in Pechblenden. Von W. Burkhardt 534

Seite

Bitter-Muster an dünnen Blechen einer 16% Al-Fe-Legierung. Von H. Gengnagel 534

Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Innenstruktur von Glaukonitkörnern. Von G. Pfefferkorn, H. Themann und H. Urban 535

Über das Ausbleiben der sphärolithischen Kristallisation in verzweigten Polymeren. Von E. Jenckel und H. Rinkens 535

Zur Frage der Aktivierung der Hyaluronidase durch basische hochmolekulare Substanzen. Von E. Kaiser 536

(Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses auf der 2. Umschlagseite)

BALZERS

HOCHVAKUUM

Geräte zur Erzeugung und Messung von Hochvakuum

Anschlußfertige Hochvakuumpumpstände für Labor und Betrieb

Hochvakuumausrüstung für die Elektronenröhren-, Fernsehröhren und Glühlampenindustrie

Hochvakuum-Anlagen zum Schmelzen, Sintern, Glühen, Trocknen

Hochvakuum-Anlagen zum Bedampfen von Glas, Metall, Papier und Kunststoff

Spezialgeräte für die Beschattung mikroskopischer Präparate

GERAETEBAU-ANSTALT BALZERS · FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN
BALZERS GERAETEVERKAUFSGESELLSCHAFT m.b.H. BALINGEN/WÜRTTEMBERG (14b)

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthes*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a., Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die „Naturwissenschaften" erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind, und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikroflime, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 24 92 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses von der 1. Umschlagseite

Seite

Alkalischer Abbau von Gynaminsäure zu Brenztraubensäure und N-Acetyl-D-glucosamin. Von F. Zilliken und M. C. Glick 536

Über die Nucleinsäuren der Polyeder-Viren. Von A. Krieg . . 537

Substanz P und Tetanustoxin. Von P. Stern und S. Hukovic 538

Composition of the Seed Fat of *Amaranthus Gangeticus*. Von D. K. Chowdhury und R. Bagchi 538

Serum Lipid Changes in Poliomyelitis Infected Chick Embryo. Von D. Kritchevsky, R. F. J. McCandless und A. W. Moyer 538

Die Autotrophie von Leptothrix ochracea. Von P. Präve und A. Rippel-Baldes 539

Die Entstehung induzierter Pseudotumoren bei Drosophila melanogaster. Von H. Hertweck 539

Chronische Fütterungsversuche mit Polyphosphaten. Von F. Hahn, H. Jacobi und W. Rummel 539

Die elektronenoptische Feinstruktur pflanzlicher Zellkerne. Von H. Marquardt, W. Liese und G. Hassenkamp 540

Seite

Über die Wirkung des Hochgebirges auf die Phosphorolyse im Skelett- und Herzmuskel. Von C. Lenti und M. A. Grillo 541

Der zytologische Nachweis der parthenogenetischen Entwicklung bei der Anthomeduse *Margelopsis haeckeli* Hartlaub. Von B. Werner 541

Neurohormonaler Wirkungsantagonismus beim Farbwechsel von Dixippus morosus. Von M. Gersch und G. Mothes . 542

Fehlleistung bei der Kopula als Ursache von Infertilität der Bienenkönigin (*Apis mellifica* L.). Von F. Köhler . . . 542

On the Adsorption of Water by Cation Exchange Resins. Von H. C. Gupta 543

Carcinogene Wirkung von Parafuchsin im Injektionsversuch an Ratten. Von H. Druckrey, H. A. Nieper und H. W. Lo . 543

Einfluß des Gibberellins auf die Blütenbildung bei Kalanchoe bloßfeldiana. Von R. Harder und R. Bünsow 544

Gibberellin and Flower Formation. Von A. Lang 544

Mikrochemisches Praktikum

von Dr.-Ing. **G. Gorbach**

o. ö. Professor, Vorstand des Institutes für Biochemische Technologie und Lebensmittelchemie und des Institutes für Mikrochemie der Technischen Hochschule Graz.

(Anleitungen für die chemische Laboratoriumspraxis. Hrsg. v. H. Mayer-Kaupp, Band VII.)

Mit 72 Abbildungen im Text. VIII, 123 Seiten 8⁰. 1956. Steif geheftet DM 15.—

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

43. Jahrgang | Heft 23 (Erstes Dezemberheft) | 1956

Über die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit aus elektromagnetischen Messungen nach W. Weber und R. Kohlrausch

Von F. Kirchner, Köln

Im Jahre 1856 erschien in Poggendorfs Annalen (Bd. 99, S. 10) eine Arbeit von W. Weber und R. Kohlrausch unter dem Titel: Über die Elektrizitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fließt. Diese Arbeit stellt einen kurzen Auszug aus einer ausführlichen Arbeit derselben Verfasser dar, welche im gleichen Jahre 1856 in den „Abhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften" zu Leipzig unter dem Titel „Elektrodynamische Maßbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechanisches Maß" erschienen ist. Die Meßergebnisse, über die die beiden Autoren in diesen Arbeiten berichtet haben, sind für die weitere Entwicklung der Physik von so grundlegender Bedeutung geworden, daß eine Erinnerung an diese Pionierarbeit, die in den letzten Jahrzehnten nur noch wenig Beachtung gefunden hat, wünschenswert ist.

I. Ursprünglicher Plan: Experimentelle Prüfung der elektromagnetischen Theorie W. Webers

Die Entstehungsgeschichte der Arbeit ist von F. Kohlrausch in Bd. 142 der Sammlung „Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften" an Hand von Manuskripten, Briefen und Vorträgen ausführlich beschrieben worden. Hiernach stammt der Plan zu der Arbeit von R. Kohlrausch, „und zwar ursprünglich aus einer kritischen Betrachtung des Weberschen elektrischen Grundgesetzes". Das Webersche „elektrische Grundgesetz" erstrebte die Zusammenfassung aller damals bekannten Erfahrungen über die elektrischen und magnetischen Kraftwirkungen in einem einheitlichen Kraftgesetz; es enthielt als Spezialfälle nicht nur das Coulombsche Gesetz der Kraftwirkung zwischen ruhenden elektrischen Ladungen, sondern auch die Ampèreschen Formeln über die Kraftwirkungen zwischen stromführenden Leitern[1]). J. C. Maxwell (Sci. Papers, Vol. I, S. 526) sagt dazu: „The most complete development of a theory of this kind is that of M. W. Weber, who has made the same theory include electrostatic and electromagnetic phenomena. This theory, as developed by M. W. Weber and C. Neumann, is exceedingly ingenious, and wonderfully comprehensive in its application to the phenomena of statical electricity, electromagnetic attractions, induction of currents and diamagnetic phenomena; and it comes to us with the more authority, as it has served to guide the speculations of one who has made so great an advance in the practical part of electric science, both by introducing a consistent system of units in electrical measurement, and by actually determining electrical quantities with an accuracy hitherto unknown.

The mechanical difficulties, however, which are involved in the assumption of particles acting at a distance with forces which depend on their velocities are such as to prevent me from considering this theory as an ultimate one, though it may have been, and may yet be useful in leading to the coordination of phenomena."

Wegen *dieser* Schwierigkeiten hat sich Maxwell bemüht, eine Erklärung der elektromagnetischen Erscheinungen in anderer Richtung zu suchen, in dem er die anschaulichen, aber noch undefinierten Vorstellungen Faradays über die „Kraftlinien", in denen bekanntlich das *Zwischen*medium eine entscheidende

[1]) Das Coulombsche Gesetz für die Kraftwirkung, die zwei elektrische Ladungen aufeinander ausüben, hat es bekanntlich ermöglicht, alle Beobachtungen über die Kräfte zwischen elektrisch geladenen Körpern anschaulich und einheitlich zu erklären, soweit es sich um *ruhende* elektrische Ladungen handelt; das Coulombsche Gesetz ist das „Grundgesetz" der Elektrostatik. Das Webersche Grundgesetz stellte den Versuch dar, ein allgemeineres Grundgesetz zu formulieren, das nicht nur die Kräfte zwischen ruhenden, sondern auch diejenigen zwischen beliebig gegeneinander *bewegten* elektrischen Ladungen umfassen sollte; die Absicht Webers war es, mit einem solchen Grundgesetz für die Elektrostatik *und* Elektrodynamik eine ähnliche theoretische Grundlage zu schaffen, wie sie Newton für die klassische Mechanik geschaffen hatte.

Zur formelmäßigen Darstellung und zur quantitativen Berechnung der Kraftwirkungen zwischen ruhenden und bewegten elektrischen Ladungen wird aber heute von diesen Vorstellungen über die *unmittelbare* Kraftwirkung zwischen den Ladungen nur noch selten Gebrauch gemacht, weil sich die Faraday-Maxwellsche Konzeption des elektrischen und magnetischen Feldes als Vermittler oder als Zwischenträger der Kraftwirkungen als bessere bzw. tiefer eindringende Beschreibung der Erscheinungen allgemein durchgesetzt hat. Als Beispiel soll die Kraftwirkung zwischen zwei ebenen leitenden Flächen, z. B. zwei Kondensatorplatten, in der Sprache der Feldtheorie formelmäßig abgeleitet werden, einmal für den Fall, daß sich auf den Platten eine ruhende, gleichmäßig verteilte elektrische Ladung befindet, das andere Mal für den Fall, daß eine gleichmäßig verteilte Ladung sich in den beiden Platten parallel zueinander mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegt. Die Breite der Platten sei b, ihre Länge a; ihre Fläche $F = a \cdot b$ sei groß und ihr gegenseitiger Abstand klein genug, so daß man keine Randstörungen zu berücksichtigen braucht. Die Flächendichte der elektrischen Ladung sei σ, die Geschwindigkeit im zweiten Falle v. Die gesamte Ladung, die auf einem Plattenteil von der Länge Eins sitzt, ist $\sigma \cdot b$; die gesamte Stromstärke I im zweiten Fall (das ist die Ladung, die pro Sekunde durch einen beliebigen Querschnitt fließt) ist also $\sigma \cdot b \cdot v$.

Das elektrische	Das magnetische
Feld, das unmittelbar vor der Plattenebene	
von der auf einer Platte sitzenden elektrischen Ladung	von dem in einer Platte fließenden Strom
verursacht wird, hat, wenn wir im Interesse einer möglichst einfachen Darstellung das Gausssche „natürliche" Maßsystem verwenden, die Feldstärke	
$E_n = 2\pi\sigma$ $\left(da \int \mathfrak{E}_n \, df = E_n \cdot 2F = 4\pi\sigma F\right)$	$H = \frac{2\pi\sigma \cdot v}{c}$ $\left(da \oint H \, db = H \cdot 2b = \frac{4\pi I}{c} = \frac{4\pi\sigma b v}{c}\right)$
Infolgedessen erhält man die Kraft auf die gegenüberstehende Platte als Produkt aus	
Ladung und Feldstärke zu $K = \sigma F E_n = 2\pi\sigma^2 F$	Stromstärke, Länge der stromführenden Platte a und Feldstärke zu $K = \frac{I a H}{c} = \frac{\sigma b v}{c} a \frac{2\pi\sigma v}{c} = 2\pi\sigma^2 F \frac{v^2}{c^2}$

Rolle spielt, zur Grundlage einer völlig neuen Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen benutzte. „The theory I propose may therefore be called a theory of the Electromagnetic Field, because it has to do with the space in the neighbourhood of the electric or magnetic bodies, and it may be called a Dynamical Theory, because it assumes that in that space there is matter in motion, by which the observed electromagnetic phenomena are produced."

Auch KOHLRAUSCH hat offenbar die Behauptung des WEBERschen Gesetzes, daß „die Wirkung zweier bewegter elektrischer Massen aufeinander nicht bloß abhängig von der Entfernung", sondern auch von der Art ihrer Bewegung sei, als Schwierigkeit empfunden. Er sagt dazu weiter: „Die Richtigkeit des Gesetzes an und für sich wird keiner bezweifeln, wenn er einmal gesehen hat, wie dasselbe allen Ansprüchen genügt." Aber er zweifelt daran, ob die in dem WEBERschen Gesetz vorkommenden Differentialquotienten der Entfernung wirklich die Bedeutung einer Geschwindigkeit bzw. einer Beschleunigung haben, und kommt deshalb zu der Forderung: Man stelle auf dem Wege des Experiments Verhältnisse her, in welchen elektrische Massen unzweifelhafte, nämlich mechanisch hervorgebrachte Geschwindigkeiten und Beschleunigungen besitzen und beobachte, ob die aus dem WEBERschen Grundgesetz hervorgehenden Wirkungen wirklich eintreten. Von den verschiedenen Vorschlägen, die er für die experimentelle Prüfung des WEBERschen Gesetzes zur Diskussion stellte, erschien ihm der folgende als der aussichtsreichste: *Man lasse einen mit Elektrizität geladenen schnell rotierenden Ring auf eine Magnetnadel wirken.*

KOHLRAUSCH hatte schon im Jahre 1852 die Vorbereitung eines solchen Versuchs in Angriff genommen. Er hatte zu diesem Zwecke bei der Kasseler Maschinenfabrik Henschel ein Getriebe bestellt, mit dem ein Messingring mit etwa 800 Umdrehungen pro Sekunde in Rotation versetzt werden sollte. Die weitere Vorbereitung des Versuchs stieß aber auf so große technische Schwierigkeiten, daß KOHLRAUSCH den Versuch zurückstellte und sich im Einvernehmen mit WEBER und mit diesem zusammen zunächst die „bescheidenere Aufgabe" stellte, die magnetische Wirkung einer statisch gemessenen Elektrizitätsmenge beim Durchfließen eines Multiplikators, also eines Galvanometers, zu bestimmen. [Der Nachweis der magnetischen Wirkung einer mechanisch bewegten elektrischen Ladung, den KOHLRAUSCH bei seinem ursprünglichen Versuchsplan im Auge gehabt hatte, ist dann bekanntlich erst 20 Jahre später von H. A. ROWLAND, Ber. Akad. Wiss. Berlin **1876**, 211 auf eine Anregung von H. v. HELMHOLTZ, Pogg. Ann. **158**, 481 (1876) geführt worden.]

II. Durchführung und Ergebnis der Messungen von F. KOHLRAUSCH *und* W. WEBER

Die „Aufgabe", die sich KOHLRAUSCH und WEBER gestellt haben, ist von ihnen folgendermaßen formuliert worden: Es sei ein konstanter Strom gegeben, von welchem eine Tangentenbussole mit einfachem Multiplikatorkreise vom Halbmesser $= R$ mm bei einer Ablenkung $=$ arc tang $2\pi/RT$ im Gleichgewichte erhalten wird, wenn T die Intensität des die Bussole lenkenden horizontalen Erdmagnetismus bezeichnet: Es soll bestimmt werden, wie die Elektrizitätsmenge, welche bei einem solchen Strome in einer Sekunde durch den Querschnitt fließt, sich zu der Elektrizitätsmenge auf jeder von zwei gleich geladenen (unendlich) kleinen Kugeln verhält, welche einander aus der Entfernung von 1 mm mit der Einheit der Kraft abstoßen."

Zur Lösung der gestellten Aufgabe war es erforderlich „a) eine angesammelte Menge E von freier Elektrizität in dem angegebenen elektrostatischen Maße zu messen und bei ihrer Entladung die Elongation der Magnetnadel eines Galvanometers zu beobachten; b) die kleine Zeit τ zu bestimmen, während welcher ein konstanter Strom von der Intensität $= 1$ (nach magnetischem Maße) durch den Multiplikator desselben Galvanometers fließen muß, damit er der Nadel dieselbe Elongation erteile."

Teil a) der Aufgabe wurde in folgender Weise gelöst. Durch elektrometrische Messungen wurde zuerst das Kapazitätsverhältnis einer kleinen Leidener Flasche und einer etwa 13zölligen leitenden Kugel ermittelt. Nach Aufladung der Kugel und der Flasche auf die gleiche Spannung wurde dann einerseits in einer großen COULOMBschen Drehwaage die elektrostatische Kraft gemessen, die von den beiden Kugeln der Drehwaage aufeinander ausgeübt wurde, nachdem diese Kugeln mit der 13zölligen Kugel in Berührung gebracht worden waren; anderseits wurde der Ausschlag des „Multiplikators", also des ballistischen Galvanometers, ermittelt, der durch die Entladung der Leidener Flasche verursacht wurde.

Aus den Zahlenangaben von WEBER und KOHLRAUSCH über die Ergebnisse dieser Messungen läßt sich entnehmen, daß die Kapazität der von ihnen benutzten Leidener Flasche 480 cgs-Einheiten (533 pF) betrug, und daß bei den Messungen mit Spannungen bis zu 30000 V gearbeitet wurde. Die hohe Spannung war erforderlich, um trotz der kleinen Kapazität der Leidener Flasche einen genügend großen Galvanometerausschlag zu bekommen; und die Kapazität der Leidener Flasche mußte deswegen klein gehalten werden, damit sie genügend genau durch Vergleich mit der Kapazität der 13-zölligen Kugel gemessen werden konnte.

Die Lösung der Aufgabe b) fußt auf den Überlegungen, die W. WEBER einige Jahre vorher in seinen grundlegenden Untersuchungen über „elektrodynamische Maßbestimmungen" durchgeführt hatte. Nach diesen Untersuchungen läßt sich nämlich einerseits aus der Windungszahl und den Abmessungen des Multiplikators sowie aus der in absoluten elektromagnetischen Einheiten gemessenen Horizontalintensität des Erdmagnetismus die „statische Galvanometerkonstante" genau berechnen, also die Größe, mit der man den beobachteten Ausschlag zu multiplizieren hat, um die Stromstärke in elektromagnetischen Einheiten zu bekommen; anderseits besteht ein einfacher mathematischer Zusammenhang zwischen dem Produkt aus Galvanometerkonstante und der maximalen „Elongation", die man bei bekannter Schwingungsdauer und Dämpfung des Systems bei kurzzeitigem Stromschluß erhält, und dem Produkt aus Stromstärke und Zeitdauer dieses Stromflusses.

Tabelle 1. *Entladene Elektrizitätsmenge E in elektrostatischen Einheiten (mm, mg, sec), berechnete Zeitdauer τ in Sekunden und Quotient Q aus der halben Elektrizitätsmenge E und der Zeit τ*

E . . .	3,606	4,194	4,97	4,435	$4{,}966 \cdot 10^{7}$
τ . . .	1,194	1,30	1,568	1,48	$1{,}589 \cdot 10^{-4}$
$E/2\tau$.	1,51	1,613	1,585	1,498	$1{,}562 \cdot 10^{11}$

Mittelwert aus den Werten der letzten Zeile: $1{,}5537 \cdot 10^{11}$.

Die kleine Zeit, von der im Teil b) der gestellten Aufgabe die Rede ist, wurde also nicht direkt gemessen, sondern aus dem beobachteten Ausschlag und der Galvanometerkonstanten berechnet. Das Ergebnis der Auswertung von fünf verschiedenen Messungen ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Hieraus haben WEBER und KOHLRAUSCH den Schluß gezogen:

Das mechanische Maß der Stromintensität verhält sich also zum magnetischen wie $1:15537 \cdot 10^6$.

Daß KOHLRAUSCH und WEBER hierbei nur mit der halben entladenen Elektrizitätsmenge (statt mit der ganzen, wie wir es heute tun würden) gerechnet haben, liegt lediglich daran, daß sie zu Beginn der Arbeit als „mechanisches Maß der Stromintensität" die Intensität desjenigen Stromes zur Einheit gesetzt haben, „welcher entsteht, wenn in der Zeiteinheit die Einheit der freien positiven Elektrizität in der einen Richtung, eine gleiche Menge negativer Elektrizität in der entgegengesetzten Richtung durch jeden Querschnitt der Kette fließt."

Da heute allgemein die Hälfte davon, also der Strom, bei dem die Summe der positiven und negativen, in der Zeiteinheit durch den Querschnitt fließenden Elektrizitätsmengen gleich Eins ist, als „mechanische Einheit der Stromintensität" angenommen ist, sind die Zahlen der dritten Zeile der obigen Tabelle noch mit 2 zu multiplizieren, und wir müssen daher das Messungsergebnis, wenn wir die Worte von WEBER und KOHLRAUSCH verwenden, so formulieren:

Das mechanische Maß der Stromintensität verhält sich zum magnetischen wie $1:3{,}1074 \cdot 10^{11}$ im mm, mg, sec-System, oder wie $1:3{,}1074 \cdot 10^{10}$ im cm, g, sec-System.

Wenn man berücksichtigt, daß diese Verhältniszahl damals noch nicht einmal der Größenordnung nach bekannt war, daß es sich also um eine ausgesprochene Pionierarbeit handelte, und wenn man sich weiter vergegenwärtigt, mit welch primitiven Mitteln damals gearbeitet werden mußte, dann muß man die Arbeit von WEBER und KOHLRAUSCH als ein Meisterwerk der Experimentierkunst bewundern, wie es in der Geschichte unserer Wissenschaft nur ganz wenige gibt.

III. Die Bedeutung der Messung

Im Abschnitt „Anwendungen" haben W. WEBER und R. KOHLRAUSCH im Anschluß an die Diskussion des WEBERschen Grundgesetzes die von ihnen gemessene Verhältniszahl $1{,}55 \cdot 10^{11}$ in Zusammenhang mit der in diesem Grundgesetz auftretenden Konstanten c gebracht: „und die Konstante c stellt dabei diejenige relative Geschwindigkeit vor, welche die elektrischen Massen e und e' haben und behalten müssen, wenn sie gar nicht mehr aufeinander wirken sollen." Der Zusammenhang der gemessenen Verhältniszahl mit der Maßzahl der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes war aber WEBER und KOHLRAUSCH damals noch nicht bekannt; erst J. CL. MAXWELL hat, als er in Teil III (Phil. Mag. Jan. u. Febr. **1862**; Scientific Papers of J. CL. MAXWELL Bd. I, S. 489) seiner berühmten Arbeit „On Physical Lines of Force" die Ausbreitungsgeschwindigkeit von transversalen elastischen Störungen durch das hypothetische Medium berechnete, das er mit FARADAY als Träger der elektrischen und magnetischen Kraftlinien annahm, diesen fundamentalen Zusammenhang klar erkannt. Er fand nämlich, daß diese Ausbreitungsgeschwindigkeit, gemessen in mm/sec, ebenso groß sein müsse, wie die von WEBER und KOHLRAUSCH gemessene Verhältniszahl (vgl. oben), also gleich

$$V = 3{,}1074 \cdot 10^{11}\ \text{mm/sec}.$$

Anderseits war im Jahre 1849 von FIZEAU die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes gemessen worden zu

$$V = 3{,}14858 \cdot 10^{11}\ \text{mm/sec}.$$

Hierzu sagt MAXWELL (a. a. O. S. 500): „The velocity of transverse undulations in our hypothetical medium, calculated from the electro-magnetic experiments of M. KOHLRAUSCH and WEBER, agrees so exactly with the velocity of light calculated from the optical experiments of M. FIZEAU, that we can scarcely avoid the inference that light consists in the transverse undulations of the same medium which is the cause of electric and magnetic phenomena."

Mit diesen Worten hat MAXWELL selbst klar zum Ausdruck gebracht, daß das Messungsergebnis von WEBER und KOHLRAUSCH und seine Übereinstimmung mit der FIZEAUschen Messung der Lichtgeschwindigkeit das experimentelle Fundament bildet, auf dem er seine berühmte elektromagnetische Theorie des Lichtes aufbauen konnte, jene Theorie, die später durch die HERTZschen Versuche so glänzend bestätigt worden ist.

Nachdem die fundamentale Bedeutung des von WEBER und KOHLRAUSCH ermittelten Maßzahlenverhältnisses der beiden elektrischen Maßsysteme erkannt war, ist in den späteren Jahren von zahlreichen Forschern, darunter von MAXWELL selbst, ein großes Maß von Scharfsinn und Mühe darauf verwendet worden, neue Meßmethoden auszuarbeiten und neue Versuchsanordnungen zu erfinden, die eine möglichst genaue Bestimmung jenes Maßzahlenverhältnisses zum Ziele hatten; von der ursprünglichen Methode unterschieden sich dabei die verschiedenen neuen Meßmethoden nur darin, daß statt der elektrischen Ladung eine andere elektrische Größe, z. B. die Stromstärke, der Widerstand, die Spannung und — mit besonders großer Genauigkeit — die Kapazität eines Kondensators einerseits im elektrostatischen, anderseits im elektromagnetischen Maßsystem ermittelt wurde. Es hat freilich geraume Zeit gedauert, bis die Zuverlässigkeit jener ersten Messung der „Kritischen Geschwindigkeit" — diese Bezeichnung ist von R. CLAUSIUS [Ann. Physik **16**, 540 (1882)] vorgeschlagen worden — übertroffen und bis schließlich eine so große Meßgenauigkeit erreicht werden konnte, daß die elektrische Messung der kritischen Geschwindigkeit [durch E. B. ROSA und N. E. DORSAY, Bull. Bur. Stand. Washington **3**, 433, 541 (1907)] für die Dauer einiger Jahrzehnte an Genauigkeit mit der direkten Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts konkurrieren konnte.

Wir zitieren schließlich noch einige Sätze aus der grundlegenden Arbeit J. C. MAXWELLS [Trans. Roy. Soc. **155** (1864): A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field, Part VI; Scient. Papers Vol. I, S. 579]: „By the electromagnetic experiments of M. WEBER and KOHLRAUSCH

$$v = 310\,740\,000 \text{ metres per second}$$

is the number of electrostatic units in one electromagnetic unit of electricity, and this, according to our result, should be equal to the velocity of light in air or vacuum.

The velocity of light in air, by M. FIZEAUs experiments, is

$$V = 314858000;$$

according to the more accurate experiments of M. FOUCAULT,

$$V = 298000000.$$

The velocity of light in the space surrounding the earth, deduced from the coefficient of aberration and the received value of the radius of the earth's orbit, is

$$V = 308000000.$$

Hence the velocity of light deduced from experiment agrees sufficiently well with the value of v deduced from the only set of experiments we as yet possess. The value of v was determined by measuring the electromotive force with which a condenser of known capacity was charged, and then discharging the condenser through a galvanometer, so as to measure the quantity of electricity in it in electromagnetic measure. The only use made of light in the experiment was to see the instruments. The value of V found by M. FOUCAULT was obtained by determining the angle through which a revolving mirror turned, while the light reflected from it went and returned along a measured course. No use whatever was made of electricity or magnetism.

The agreement of the results seems to shew that light and magnetism are affections of the same substance, and that light is an electromagnetic disturbance propagated through the field according to electromagnetic laws." So schrieb J. CL. MAXWELL im Jahre 1864. Er war sichtlich darüber begeistert, daß sich aus den rein elektrischen Messungen von WEBER und KOHLRAUSCH dieselbe große Zahl ergeben hat wie aus den rein kinematischen Messungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts von FIZEAU und FOUCAULT. Heute erscheint uns dieses Ergebnis als so selbstverständlich, daß die grundlegende Messung von KOHLRAUSCH und WEBER in den meisten Lehrbüchern der Physik nur noch am Rande, und in der neuesten Auflage des „KOHLRAUSCH, Lehrbuch der praktischen Physik" überhaupt nicht mehr erwähnt wird. Dies ist um so mehr bedauerlich, als die Verdienste W. WEBERS um die Begründung der elektrodynamischen Meßtechnik ohnehin schon fast ganz in Vergessenheit geraten sind.

IV. Die Messung der „Kritischen Geschwindigkeit" als Grundversuch im physikalischen Unterricht

Der Grund dafür, daß das fundamentale Ergebnis von WEBER und KOHLRAUSCH heute nicht mehr richtig gewürdigt wird, scheint letzten Endes darin zu liegen, daß die sog. „absoluten Maßsysteme" für unpraktisch erklärt worden sind und nur noch wenig beachtet werden, und daß im Volt-Ampere-System bei oberflächlicher Betrachtung der Versuch von KOHLRAUSCH und WEBER nicht mehr im Sinne von CLAUSIUS als Messung einer „Kritischen Geschwindigkeit", sondern lediglich als Messung des Produktes aus der „absoluten Dielektrizitätskonstante ε_0 des Vakuums" und der „absoluten Permeabilität μ_0 des Vakuums" erscheint. Die genauere Betrachtung zeigt aber[1]), daß der Vergleich der elektrischen und magnetischen Kräfte, wie ihn KOHLRAUSCH und WEBER zuerst durchgeführt haben, *ganz unabhängig* von der Wahl des Maßsystems zum Zahlenwert der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum führen muß. Ich glaube deshalb, daß es sowohl vom historischen wie vom didaktischen Standpunkt aus berechtigt erscheinen wird, wenn ich, um die Bedeutung der klassischen Arbeit von KOHLRAUSCH und WEBER hervorzuheben, an dieser Stelle noch einen modernen Demonstrationsversuch beschreibe, der ein möglichst anschauliches Bild der physikalischen Bedeutung der „Kritischen Geschwindigkeit" vermitteln soll. Daß schon bei KOHLRAUSCH und WEBER der Gedanke auftaucht, die Konstante c des WEBERschen Grundgesetzes, auf deren Bestimmung ihre Messung hinauslief, könne diejenige Geschwindigkeit bedeuten, mit der man zwei elektrische Ladungen bewegen müsse, damit sie gar keine Kraft mehr aufeinander ausüben, wurde oben schon erwähnt (S. 531). Aber eine klare Formulierung des gleichen Gedankens findet sich erst bei MAXWELL. Um die physikalische Bedeutung der Bestimmung des Verhältnisses der elektromagnetischen zur elektrostatischen Stromeinheit zu veranschaulichen, weist MAXWELL darauf hin, daß diese Messung gleichbedeutend mit der Beantwortung der Frage sei:

Mit welcher Geschwindigkeit müßte man zwei geladene Kondensatorplatten parallel zu ihrer Plattenebene bewegen, damit sie keine Kraft mehr aufeinander ausüben? (J. CL. MAXWELL, Lehrbuch der Elektrizität, Teil II, § 769, S. 548 der deutschen Übersetzung 1882). MAXWELL hat im Anschluß an die ausführliche formelmäßige Diskussion dieses Gedankenexperiments bemerkt, daß sich das Experiment in der angegebenen Weise nicht ausführen lasse, weil die erforderliche Geschwindigkeit zu groß sei.

Nun, das Experiment läßt sich zwar nicht in der Form durchführen, daß man die Kondensatorplatten mit Lichtgeschwindigkeit bewegt. Aber wir wissen ja heute mit Sicherheit und können es leicht nachweisen, daß die Kraftwirkung zwischen elektrischen Strömen bei gleichen geometrischen Verhältnissen nur von der jeweiligen Stromstärke, also nur von dem Produkt aus der *Größe* der sich bewegenden elektrischen Ladung pro Längeneinheit des Leiters und ihrer *Geschwindigkeit*, aber nicht von der Einzelgröße dieser beiden Faktoren abhängt; denn ein Elektronenstrom im Vakuum oder der Strom in einem Elektrolyten wirken, obwohl die Geschwindigkeit der Ladungsträger sehr verschieden ist, ja in gleicher Weise auf die Magnetnadel ein wie ein metallischer Leitungsstrom gleicher Stromstärke. Wir können daher den WEBER-MAXWELLschen Gedankenversuch in etwas abgeänderter Form dadurch realisieren, daß wir, statt die kleine elektrostatische Ladung, die auf den Kondensatorplatten sitzt, wenn der Kondensator auf einige 1000 V aufgeladen ist, mit der Geschwindigkeit c zu bewegen, eine m-mal so große Ladung mit einer m-mal kleineren Geschwindigkeit bewegen, d.h., wir können einen gewöhnlichen Leitungsstrom durch die Kondensatorplatten schicken und brauchen nur die Stromstärken

[1]) Vgl. z. B. G. MIE, Handbuch der Experimentalphysik (Wien-Harms), Bd. XI, 1, S. 481. 1932. — KIRCHNER, F.: Phys. Bl. 6, 497 (1947).

durch die Platten, bei der die Abstoßungskraft zwischen gleichgerichteten Strömen in den beiden Platten ebenso groß ist wie die elektrostatische Anziehungskraft zwischen entgegengesetzten elektrostatischen Ladungen auf den Platten, mit der Größe dieser Ladungen zu vergleichen. Dieser Vergleich läßt sich mit einem Galvanometer durchführen, entweder dadurch, daß wir *diejenige kurze Zeit messen, während der der Strom- bzw. ein durch eine einfache Stromverzweigung hergestellter kleiner Bruchteil davon — durch ein ballistisches Galvanometer fließen muß, um denselben Stoßausschlag des Galvanometers zu verursachen, den wir erhalten, wenn wir die elektrostatische Ladung des Kondensators durch das Galvanometer entladen*, oder dadurch, daß wir *die reziproke Zeit ermitteln, die angibt, wie oft wir den Kondensator pro Sekunde durch das Galvanometer entladen müssen, um denselben Dauerausschlag, wie durch den Strom- bzw. durch einen durch eine einfache Stromverzweigung hergestellten kleinen Bruchteil davon —, zu erhalten.*

Statt die Ausschläge getrennt nacheinander zu beobachten, können wir natürlich die beiden zu vergleichenden Ströme, bzw. Stromstöße, auch *gleichzeitig* in entgegengesetzter Richtung durch das Galvanometer schicken und das Meßinstrument also lediglich als Nullanzeigeinstrument benutzen. In keinem Falle brauchen wir jedenfalls die Empfindlichkeit des Instruments zu kennen. Unser ganzer Versuch erfordert überhaupt weder eine Ladungsmessung noch eine Strommessung noch eine Spannungsmessung noch die Messung irgend einer anderen elektrischen Größe, sondern wir erhalten die gesuchte „Kritische Geschwindigkeit" unmittelbar dadurch, daß wir die Länge unseres Kondensators durch die mittels des obigen Vergleichs ermittelte kurze Zeit dividieren. Denn es ist anschaulich ohne weiteres klar: Die elektrostatische Ladung Q des Kondensators ist gleich dem Produkt aus der Ladung σ pro Längeneinheit, gemessen in der Stromrichtung, und der Länge l des Kondensators. Der obige Vergleich läuft darauf hinaus, diejenige kurze Zeit t zu ermitteln, während der durch den Querschnitt des Leiters dieselbe Ladung $Q = I\,t$ fließt, wenn durch die Kondensatorplatten der Leitungsstrom I fließt. (In beiden Platten soll natürlich der gleiche Strom fließen!) Wenn also der Leitungsstrom darin bestehen würde, daß sich eine Ladung σ pro Längeneinheit mit der Geschwindigkeit c in der Stromrichtung bewegen würde, dann würde die in der Zeit t durch den Querschnitt fließende Ladung gegeben sein durch $\sigma \cdot c \cdot t$; diese Ladung ist aber gleich $Q = \sigma \cdot l$, woraus unmittelbar folgt $c = l/t$.

[Die mathematische Auswertung des Versuchs in der Sprache der MAXWELLschen Feldtheorie — vgl. Fußnote 1 auf S. 529 — ist vom Verfasser in einer früheren Mitteilung[1]) durchgeführt worden; sie findet sich übrigens auch bei MAXWELL[2]).]

Für die technische Durchführung des Versuchs ist es am zweckmäßigsten, mit *drei* zueinander parallelen Platten zu arbeiten, von denen die mittlere beweglich aufgehängt ist — und zwar entweder horizontal in ähnlicher Weise wie bei der THOMSON-KIRCHHOFFschen Spannungswaage oder vertikal als bewegliche „Stromschaukel". Von den beiden äußeren Platten ist die eine der Träger der elektrostatischen Ladung; sie wird zu diesem Zweck mit irgend einer Spannungsquelle auf einige 1000 V aufgeladen. Durch die zweite äußere Platte fließt derselbe Strom wie durch die bewegliche mittlere Platte, der einem 6 V-Akkumulator entnommen wird. Elektrostatische Aufladung und Strom werden so abgeglichen, daß die mittlere Platte keinen Ausschlag zeigt. Die oben beschriebene Vergleichsmessung mit dem Galvanometer liefert dann unmittelbar die „Kritische Geschwindigkeit". Aus Versuchen, die Dr. R. WIEBELITZ auf Anregung des Verfassers im hiesigen Institut durchgeführt hat, geht hervor, daß sich die Kritische Geschwindigkeit auf diesem Wege mit einfachen Hilfsmitteln, wie sie im Physikalischen Praktikum üblich sind, auf wenige Prozent genau messen läßt. Über Einzelheiten der Versuchsanordnung und über die Ergebnisse der Messungen wird an anderer Stelle berichtet werden.

I. Physikalisches Institut der Universität, Köln

Eingegangen am 13. August 1956

[1]) KIRCHNER, F.: Zur Didaktik der elektrischen und magnetischen Kräfte. Phys. Bl. 6, 497 (1947).

[2]) MAXWELL, J. CL.: Lehrbuch der Elektrizität, Bd. II, §769. 1882.

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Zur elektrischen Störleitung in Halogensilber-Einkristallen

Obwohl elektrische Leitfähigkeitsmessungen an Halogensilberkristallen schon zahlreich durchgeführt wurden [s.[1]), [2]), [3])], wurde die elektrische Dunkelleitfähigkeit bei tiefen Temperaturen, welche auf verschiedenartige Störstellen zurückzuführen ist, bisher noch wenig beachtet. Dabei spielen Gitterstörstellen der Silberhalogenide beim photographischen Prozeß eine hervorragende Rolle[4]).

Wenn man die Temperaturfunktion der Leitfähigkeit der Silberhalogenide zwischen $-180°$ und $+100°$ C logarithmisch gegen $1/T$ aufträgt (Fig. 1), so erhält man Kurven, welche in verschiedene geradlinige Teile zerfallen: Der Teil A erstreckt sich bis zum Schmelzpunkt und ist die bereits mehrfach vermessene Eigenleitung[1]), welche substanzspezifisch ist. Die übrigen Kurventeile (B, C, D, E) sind im Gegensatz zur Eigenleitung sehr von den individuellen Eigenschaften der Kristalle abhängig, sie sind auf verschiedene Störstellen zurückzuführen.

Es war durch umfangreiche Versuche möglich, verschiedene Kurventeile bestimmten Störstellen zuzuordnen. Der Kurventeil B entspricht der Wanderung von Silberionenlücken ($Ag^{+}_{\square}$), der Kurventeil C der Wanderung der Zwischengittersilberionen ($Ag^{+}_{\circ}$). Die Kurventeile D und E entsprechen photochemischen Reaktionsprodukten. Die Neigung dieser Kurventeile ergibt direkt die Aktivierungsenergien für die Wanderung der entsprechenden Störstellen im elektrischen Feld; eine höhere Absolutlage des Kurventeils entspricht einer größeren Konzentration der betreffenden Störstellenart. Damit hat man eine elegante Methode, durch Messung der elektrischen Störleitung Konzentrationsänderungen von Silberionenlücken und von Zwischengittersilberionen im Kristall durch photochemische Reaktionen, durch Zusätze usw. zu vermessen sowie die Einstellung von Fehlordnungsgleichgewichten zu verfolgen.

Insbesondere war es mit dieser Methode möglich, eine irreversible Abnahme der $Ag^{+}_{\circ}$- und eine Zunahme der $Ag^{+}_{\square}$-

Konzentration im Kristall während der Belichtung bei 20° C festzustellen, die durch die Reaktionen hervorgerufen werden:

$$Ag^+_{\bigcirc} + \ominus \rightarrow Ag \qquad (1)$$

(Umwandlung von $Ag^+_{\bigcirc}$ durch die Photoelektronen in Ag),

$$Ag_G \rightarrow Ag^+_{\bigcirc} + Ag^-_{\square} \qquad (2)$$

(Neueinstellung des FRENKEL-Gleichgewichts. Ag_G ist das konventionelle Zeichen für ein Silberion auf Gitterplatz).

Diese irreversiblen Konzentrationsänderungen erfolgen nur bei Anwesenheit von Ag-, Au- und Ag_2S-Spuren und entsprechen dem von YAMADA und OKA[3]) beschriebenen negativen Photoeffekt. Aus diesen und anderen nach dieser Methode gewonnenen Meßergebnissen ist zu schließen:

1. Es besteht ein Adsorptionsgleichgewicht zwischen Silberionen, welche an Ag-, Au- oder Ag_2S-Keimen (K) adsorbiert sind und den freibeweglichen Zwischengittersilberionen im Kristall:

$$n\,Ag^+_{\bigcirc} + (K) \rightleftharpoons (Ag_nK)^{+n}.$$

2. Nur solche durch Silberionenadsorption positiv geladene Keime fangen bei der Bildung des latenten Bildes oder bei der Photolyse Photoelektronen irreversibel ein; einzelne Silberionen am oder im Kristall wirken dagegen nicht oder höchstens nur sehr schlecht als Elektronenfallen.

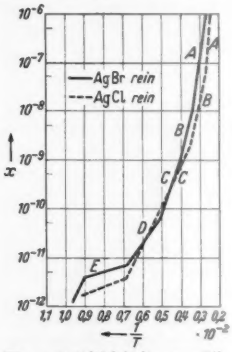


Fig. 1. Leitfähigkeit χ von Silberhalogeniden als Funktion der Temperatur. Abszisse: $1/T$

Ein derartiges Adsorptionsgleichgewicht, das überdies mit zunehmender Silberkeimgröße mehr und mehr nach rechts verschoben sein soll, wird neuerdings auch von J. W. MITCHELL angenommen. (J. W. MITCHELL, persönliche Mitteilungen.) Die hier beschriebenen Versuche bestätigen in sehr guter Weise diese Annahme.

Nach GURNEY-MOTT verläuft die Bildung des latenten Bildes in zwei Stufen: 1. Einfangen des Elektrons in einer Elektronenfalle, 2. Wanderung eines Silberions zu der dann negativ geladenen Falle.

Nach unseren experimentellen Ergebnissen ist die Reihenfolge der beiden Elementarschritte genau umgekehrt: 1. von vornherein werden Silberionen an Ag-, Au- oder Ag_2S-Zentren, welche bei der chemischen Sensibilisierung entstanden sind, adsorbiert; 2. die beim Belichten gebildeten Elektronen werden darauf von diesen positiv geladenen Zentren eingefangen. Die so neutralisierten Zentren adsorbieren von selbst wieder Silberionen, die $Ag^+_{\bigcirc}$-Konzentration wird dadurch verkleinert.

Beide Elementarschritte konnten durch Tieftemperaturbelichtung und durch darauffolgendes Neueinstellen des obigen Adsorptionsgleichgewichts bei Zimmertemperatur voneinander getrennt verfolgt werden.

Die an reinsten Halogensilberkristallen beobachtete photochemische Unempfindlichkeit ist vermutlich nur zum Teil auf ein Fehlen von Halogenakzeptoren zurückzuführen; hauptsächlich scheint dort ein Fehlen der als Elektronenfallen wirkenden „Keimbildungszentren" $(Ag_n)^{+m}$, $(Au_nAg_m)^{+m}$, $(Ag_2S)_nAg^{+m}_m$ verantwortlich zu sein.

Ausführlich wird demnächst in der Zeitschrift für Physik berichtet. Herrn Professor Dr. H. FRIESER und Herrn Dr. E. KLEIN danke ich für zahlreiche fördernde Diskussionen.

Wissenschaftlich Photographisches Laboratorium der Agfa-A.G. für Photofabrikation, Leverkusen

R. MATEJEC

Eingegangen am 12. Oktober 1956

[1]) LEHFELD, W.: Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl. **1933**, 263; **1935**, 171. — Z. Physik **85**, 717 (1933). — JOFFE: Z. Physik **62**, 730 (1930). — SMEKAL, A. G.: Z. techn. Physik **8**, 561 (1927). — SEITH, W.: Z. Elektrochem. **42**, 635 (1936).

[2]) TELTOW, J.: Ann. Physik 6. F. **3**, 63 (1950). — EBERT, I., u. J. TELTOW: Ann. Physik **16**, 268 (1955). — KURNICK: J. Chem. Physics **20**, 218 (1952).

[3]) YAMADA, K. u. S. OKA: Naturwiss. **43**, 175 (1956).

[4]) MITCHELL, J. W.: Z. Physik **138**, 381 (1954).

Resonanzeinfang von Neutronen in Pechblenden

Aus Messungen von WETHERILL[1]), KURODA und EDWARDS[2]), PURKAYASTHA und MARTIN[3]) an Pechblenden aus dem Katanga-Gebiet und vom Großen Bärensee, Kanada, ergibt sich, daß etwa 30% aller Spaltungen der in diesen Mineralien enthaltenen Uranerne neutroneninduziert sind. Aus Messungen von FLEMING, TOMLINSON und THODE[4]) der Feinstruktur der Spaltausbeutekurven von U^{235} und U^{238} sowie aus dem kleinen Spaltquerschnitt von U^{238} folgt ferner, daß die Hauptquelle dieser Spaltungen die Spaltung des im Erz enthaltenen U^{235} durch langsame Neutronen sein muß. Zwar entspricht, wie LEVINE und SEABORG[5]) sowie PEPPARD u. a.[6]) bei der Bestimmung des Plutoniumgehaltes von Pechblenden zeigen konnten, die Gleichgewichtskonzentration $N_{Pu}/N_U \approx 10^{-11}$ etwa der Zahl der Neutronen von der spontanen Spaltung des Urans und von (α, n)-Reaktionen an leichten Begleitelementen, doch ist der Betrag des sich aus dem Anteil der neutroneninduzierten Spaltungen ergebenden Flusses langsamer Neutronen im Erz nicht ohne weiteres zu verstehen. Legt man nämlich z. B. folgende Analysendaten[7]) einer Katanga-Pechblende

UO_2	UO_3	PbO	Fe_2O_3	MoO_3	Se	H_2O	Unlös.
30,60	57,00	6,39	0,67	0,32	0,40	4,10	0,17 (Gew.-%)

der folgenden Rechnung zugrunde, so ergibt sich für das Konzentrationsverhältnis der Sauerstoff- bzw. Urankerne $N_0/N_U = 3{,}5$. Unter den weiteren Voraussetzungen, daß die Pechblendeadern in allen Richtungen hinreichend ausgedehnt sind (was für einige Stellen der untersuchten Lagerstätten sicher zutrifft), daß ferner die Neutronenbremsung allein durch den anwesenden Sauerstoff erfolgt, kann man die Wahrscheinlichkeit p, daß ein Neutron bei seiner Bremsung dem Resonanzeinfang durch U^{238} entgeht, nach den für die Berechnung homogener Reaktoren in der Literatur[8]) angegebenen halbempirischen Formeln berechnen. Man findet bei Verwendung der üblichen Materialdaten $p = 0{,}0003$, also einen Wert, der jeden Fluß langsamer Neutronen im Erz ausschließt. Erst wenn man den in allen Pechblenden vorhandenen Wasserstoff berücksichtigt, erhält man vernünftige Werte für p. So folgt z. B. aus dem in obiger Analyse angegebenen Wasseranteil ein Konzentrationsverhältnis $N_H/N_U = 1{,}2$, woraus sich $p = 0{,}56$ ergibt. Berücksichtigt man sowohl den Wasserstoff wie den Sauerstoff, so findet man $p = 0{,}54$, woraus man wieder den dominierenden Einfluß des Wasserstoffes für die Neutronenbremsung im Erz erkennt. Mit einem solchen Wert von p lassen sich sowohl die gemessene Plutoniumkonzentration, der gemessene Anteil der neutroneninduzierten Spaltungen wie auch Isotopenverschiebungen anderer Elemente in Pechblenden hinreichend erklären.

Einzelheiten der Rechnungen werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Institut für Angewandte Radioaktivität im Ministerium für chemische Industrie, Leipzig

WOLFGANG BURKHARDT

Eingegangen am 26. Oktober 1956

[1]) WETHERILL, G. W.: Physic. Rev. **92**, 907 (1953).

[2]) KURODA, P. K., u. R. R. EDWARDS: J. Chem. Physics **22**, 1940 (1954).

[3]) PURKAYASTHA, B. C., u. G. R. MARTIN: Canad. J. Chem. **34**, 293 (1956).

[4]) FLEMING, W., R. H. TOMLINSON u. H. G. THODE: Canad. J. Physics **32**, 522 (1954).

[5]) LEVINE, C. A., u. G. T. SEABORG: J. Amer. Chem. Soc. **73**, 3278 (1951).

[6]) PEPPARD, D. F. u. a.: J. Amer. Chem. Soc. **73**, 2529 (1951).

[7]) GMELINS Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl., System-Nummer 55: Uran und Isotope, S. 14. Berlin: Verlag Chemie 1936.

[8]) GLASSTONE, S.: Principles of Nuclear Reactor Engineering, S. 179ff. New York: Van Nostrand Comp. 1955.

BITTER-Muster an dünnen Blechen einer 16% Al-Fe-Legierung

Die hochprozentigen Al-Fe-Legierungen sind seit neuerer Zeit wieder Gegenstand ausgedehnter magnetischer Untersuchungen geworden. In ihren magnetischen Werten sind diese Legierungen der Permalloy-Gruppe sehr ähnlich. Die Kristallenergie der hier untersuchten 16% Al-Fe-Legierung ist nahezu Null, und es war daher nicht zu erwarten, daß in einem *spannungsfrei* geglühten dünnen Blech (0,09 mm dick) irgendwelche BITTER-Muster sichtbar gemacht werden können. Fig. 1 zeigt jedoch in *einem* Korn des grobkristallinen Materials BITTER-Streifen, die eine einachsige Vorzugsrichtung erkennen lassen. Das Blech wurde im Wasserstoffglühofen

bei 1100° C mehrere Stunden geglüht und dann langsam im Ofen abgekühlt. Für das Auftreten dieser BITTER-Streifen ist die Kristallanisotropie nicht verantwortlich zu machen, da sie zu niedrig und auch nicht einachsig ist. Dagegen hat diese Al-Fe-Legierung eine relativ hohe Magnetostriktion nach der angegebenen Glühbehandlung: $\lambda_s \approx 2 \cdot 10^{-5}$. Dementsprechend können relativ hohe innere Spannungen an einzelnen Körnern auftreten. Die durch die Magnetostriktion auftretende Spannungsenergie ist zu errechnen aus $E_s = \frac{3}{2} \cdot \lambda_s \cdot \sigma_i$.

Fig. 1. BITTER-Streifen auf einem *einzelnen* Kristallkorn eines Al-Fe-Bleches (16% Al; 0,09 mm dick) nach Glühung in H_2 bei 1100° C *ohne* äußere Zugspannung mit Magnetfeld senkrecht zur Oberfläche. Vergr. 120:1

Das Auftreten der BITTER-Streifen an einzelnen Kristallkörnern ließ nun vermuten, daß trotz längerer Glühung bei höherer Temperatur noch innere Spannungen vorhanden sind. Um eine experimentelle Bestätigung dafür und eine Abschätzung für die Größe dieser Spannung zu erhalten, wurden BITTER-Muster an den gleichen Blechen nach Anlegen bekannter Zugspannung untersucht. Die angelegte Zugspannung betrug 5 bis 12 kg/mm², somit ist $E_s = \frac{3}{2} \times \lambda_s \cdot \sigma \approx (12 \text{ bis } 30) \cdot 10^3$ (erg/cm³). Fig. 2a—c zeigen die mit wachsender Zugspannung immer stärker hervortretenden 180°-Wände.

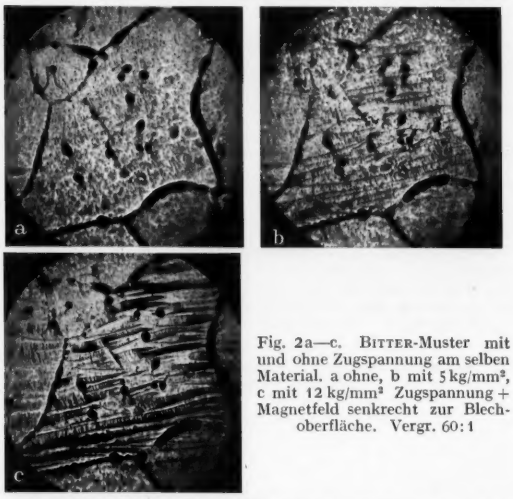


Fig. 2a—c. BITTER-Muster mit und ohne Zugspannung am selben Material. a ohne, b mit 5 kg/mm², c mit 12 kg/mm² Zugspannung + Magnetfeld senkrecht zur Blechoberfläche. Vergr. 60:1

Ein Vergleich der Fig. 2 mit Fig. 1 läßt unmittelbar erkennen, daß Spannungen, die in der Größenordnung von etwa 10 bis 20 (erg/cm³) liegen, auch die Ursache für das Auftreten der in Fig. 1 gezeigten BITTER-Streifen sein müssen.

Anisotropiemessungen an den Al-Fe-Blechen ergaben, daß die nach dem Walzen vorhandene einachsige Vorzugsrichtung nach dem Glühen bei 1100° C im Wasserstoff verschwindet. Sie scheint aber in einzelnen Körnern nach unseren magnetischen Untersuchungen erhalten geblieben zu sein.

Für anregende Hinweise möchte ich Herrn Professor Dr. ECKARDT an dieser Stelle danken.

Jena, Institut für Magnetische Werkstoffe der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

H. GENGNAGEL

Eingegangen am 27. September 1956

Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Innenstruktur von Glaukonitkörnern

Die aus Biologie und Medizin bekannte Methode der elektronenmikroskopischen Untersuchung von Dünnstschnitten (Ultramikrotom) wurde für die Aufklärung der Innenstruktur von Glaukonitkörnern herangezogen. Es gelang, von dem Mineral sowohl mit Diamant- als auch mit Glasmessern brauchbare Schnitte herzustellen. Als Einbettungsmittel wurde eine Mischung von Methacrylsäure-butylester und Methacrylsäure-methylester im Verhältnis 9:1 verwendet. Als Untersuchungsmaterial diente ein unterkretazischer Glaukonit aus dem Osning-Grünsand des nördlichen Teutoburger Waldes.

Es ergaben sich folgende Resultate: 1. Die Glaukonit-Einzelindividuen, die in unseren Proben dem blattförmigen Typ angehören, lagern sich zu Aggregaten zusammen, die häufig dendritischen Charakter besitzen (Fig. 1). Ob es sich dabei um eine einfache Aneinanderlagerung oder um einen Wachstumsvorgang handelt, muß zunächst offen bleiben. — 2. Diese Aggregate bilden ein verfilztes Netzwerk (Fig. 2) und umgeben vielfach strahlenförmig (Fig. 3), seltener auch konzentrisch (Fig. 4) Hohlräume. — 3. Abgesehen von diesen Strukturen ist allgemein eine mehr oder weniger parallele Anordnung der Glaukonit-Aggregate zu erkennen (Fig. 5). — 4. Glaukonitkörner mit einem Kern andersartiger Mineralsubstanz wurden nicht angetroffen. — 5. Der untersuchte Glaukonit besitzt ein außerordentlich großes Porenvolumen.

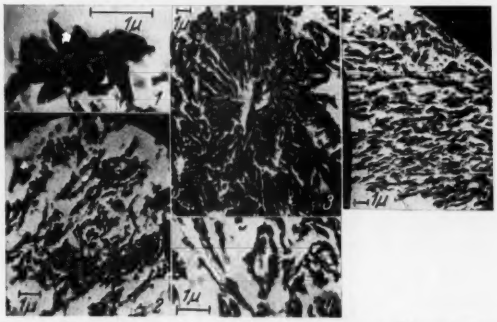


Fig. 1. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Dünnschnitten durch Glaukonitkörner. *1* Dendritische Anordnung blattförmiger Einzelindividuen. *2* Verfilztes Netzwerk. *3* Strahlenförmige Blättchenlagerung. *4* Konzentrische Blättchenanordnung. *5* Parallele Blättchenlagerung

Abteilung für medizinische Elektronenmikroskopie an der Universität, Münster (Leiter: Prof. Dr. G. PFEFFERKORN)

GERHARD PFEFFERKORN, HERMANN THEMANN und HEINZ URBAN

Eingegangen am 18. September 1956

Über das Ausbleiben der sphärolithischen Kristallisation in verzweigten Polymeren

Hochpolymere Stoffe schmelzen, wie man längst weiß, nicht bei einer bestimmten Temperatur, sondern in einem Temperaturintervall[1]). Dabei scheint es gleichgültig zu sein, ob es sich um ein unverzweigtes, lineares oder um ein schwachverzweigtes Polymeres handelt. Verfolgt man nämlich das Volumen[2a]) oder den Wärmeinhalt[2b]) beim Erhitzten, so beobachtet man in beiden Fällen ganz ähnliche Kurven mit einer in einem gewissen Temperaturintervall kontinuierlichen Zunahme des Volumens bzw. des Wärmeinhaltes. Untersucht wurden Polyester aus Adipinsäure mit dem bifunktionellen Glykol (unverzweigtes Polymerisat) und ein Polyester mit einem Zusatz des trifunktionellen Trimethylolpropans (verzweigtes Polymerisat mit durchschnittlich 1,6 Abzweigungen pro Kettenmolekel)[2a]). Die Verzweigung wurde auch am

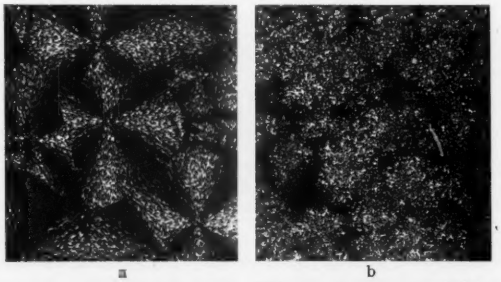


Fig. 1 a u. b. Mikroskopisches Bild der langsam abgekühlten Schmelze eines Polyesters zwischen gekreuzten Nikols (120fach), a unverzweigter, linearer Polyester, b verzweigter Polyester

fertigen Polymerisat aus einer Endgruppenbestimmung im Vergleich mit dem Molekulargewicht festgestellt.

Nun entstehen in vielen kristallisierten Hochpolymeren sog. Sphärolithe, die eine kugelige Überstruktur darstellen, derart, daß die Hauptketten der polymeren Molekeln bevorzugt auf Kugelschalen um ein Zentrum angeordnet sind[3]). Sphärolithe haben gewöhnlich einen Durchmesser von einigen hundertstel mm und sind unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nikols leicht an einem dunklen, den Achsen des Nikols parallelen Kreuz erkennbar, das beim Drehen des Präparates stehenbleibt. In der Fähigkeit, Sphärolithe zu bilden, besteht nun ein sehr deutlicher Unterschied zwischen den unverzweigten und den verzweigten Polyestern. Die unverzweigten Polymeren (Fig. 1 a) zeigen die bekannten Sphärolithe in vorzüglicher Ausbildung. Der verzweigte Polyester zeigt höchstens eine Andeutung der Sphärolithbildung (Fig. 1 b). Bei beiden Präparaten wurde die Schmelze unter den gleichen Bedingungen langsam abgekühlt. Durch Abschrecken wird die Sphärolithbildung vollständig unterdrückt, beide Präparate zeigen dann nur eine feine körnige Struktur ohne sichtbare Orientierung. Auch bei der Kristallisation aus der Lösung ist nur am unverzweigten, nicht am verzweigten Polymerisat eine Struktur zu erkennen; die erhaltenen Bilder waren der Fig. 1 sehr ähnlich.

Da die eigentliche Kristallisation mit Volumen- und Enthalpieabnahme zu sehr kleinen kristallinen Bereichen führt (100 bis 300 Å Durchmesser nach röntgenographischen Messungen)[4]), stören die Verzweigungen bei diesem Vorgang nicht. Demgegenüber erstreckt sich der Sphärolith über fast makroskopische Dimensionen, also über viel größere Strecken, als dem Abstand von einer Verzweigungsstelle zur nächsten entspricht; die Sphärolithbildung wird daher gestört. Die hier beschriebene Beobachtung unterstützt daher die Auffassung des Sphärolithen als einer höheren Einheit aus kristallinen und amorphen Bereichen[5]).

Institut für theoretische Hüttenkunde und physikalische Chemie der Technischen Hochschule, Aachen

E. Jenckel und H. Rinkens

Eingegangen am 10. Oktober 1956

[1]) Vgl. auch W. Brenschede, E. Jenckel, A. Münster u. H. Stuart in H. Stuart, Physik der Hochpolymeren, Bd. III. Berlin: Springer 1955.

[2]) Jenckel, E., u. H. Rinkens: a) Z. Elektrochem. (im Druck). — b) Noch unveröffentlicht.

[3]) Jenckel, E., W. Teege u. W. Hinrichs: Kolloid-Z. **129**, 19 (1952). — Jenckel, E., u. E. Klein: Kolloid-Z. **118**, 86 (1950). — Jenckel, E.: Kunststoffe **43**, 454 (1953). — Vgl. auch W. Brenschede nach [1]).

[4]) Bunn, W. C., u. T. C. Alcock: Trans. Faraday Soc. **41**, 317 (1945).

[5]) Jenckel, E., u. H. Wilsing: Z. Elektrochem. **53**, 4 (1949).

Zur Frage der Aktivierung der Hyaluronidase durch basische hochmolekulare Substanzen

Zahlreiche Autoren haben ihre Aufmerksamkeit auf die Hemmung des Hyaluronsäure-Hyaluronidase-Systems durch hochmolekulare anionische Substanzen gerichtet, wobei vor allem Heparin mehrfach untersucht wurde[1a]). Wie wir gemeinsam mit Winkler[2]) zeigen konnten, ist die Heparinhemmung des Hyaluronsäure-Hyaluronidase-Systems kompetitiver Natur. Im Gegensatz zu den sauren hochmolekularen Substanzen bewirken basische hochmolekulare Substanzen eine Aktivierung der Hyaluronidase[3]), was von Gibian[1b]) bestätigt werden konnte. Was die Wirkung der untersuchten Makrokationen (Protamin, Histon) betrifft, so haben wir in Übereinstimmung mit Gibian[1b]) angenommen, daß die Aktivierung der Hyaluronidase in vitro wahrscheinlich auf einer Reaktion von Inhibitoren, die in nicht völlig gereinigten Substraten vorkommen, mit dem aktivierenden Agens beruht. Wie Pantlitschko[4]) in seiner Zusammenfassung über die Reinigung bzw. über das kolloidchemische Verhalten von Hyaluronsäure richtig bemerkt, ist „die Anwesenheit von Phosphor und Schwefel als ein wesentlicher Faktor bei der Beurteilung der Reinheit der Hyaluronsäure" zu betrachten. Wir haben nun ein hochgereinigtes, praktisch schwefelfreies Hyaluronsäurepräparat im Vergleich zu einer üblichen Präparation von Hyaluronsäure untersucht. Unter sonst völlig identischen Versuchsbedingungen[3]) konnten wir, wie Tabelle 1 zeigt, bei den hochgereinigten Hyaluronsäurepräparationen keine aktivierende Wirkung der basischen Makrokationen beobachten, während bei nicht hochgereinigten Hyaluronsäurepräparationen ein deutlicher Aktivierungseffekt festzustellen war.

Tabelle 1. *Aktivierung des Hyaluronsäure-Hyaluronidase-Systems durch basische hochmolekulare Substanzen.* [Berechnung der Aktivierung nach [5]); Versuchsansatz nach [3])]

Protamin			Histon		
Endkonzentration %	Aktivierung % norm. Hyals. a)	Aktivierung % hochg. Hyals. b)	Endkonzentration %	Aktivierung % norm. Hyals. a)	Aktivierung % hochg. Hyals. b)
$5{,}0 \cdot 10^{-4}$	0	0	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	5,9	0
$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	6,6	0	$5{,}0 \cdot 10^{-3}$	11,0	0
$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	23,0	0	$1{,}0 \cdot 10^{-2}$	24,0	0
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	29,0	0	$5{,}0 \cdot 10^{-2}$	30,0	0
$5{,}0 \cdot 10^{-3}$	37,0	0	$7{,}5 \cdot 10^{-2}$	33,0	0
$7{,}5 \cdot 10^{-3}$	43,0	0			
$5{,}0 \cdot 10^{-2}$	—	4,4			

a) Normal gereinigte Hyaluronsäure; b) hochgereinigte, schwefelfreie Hyaluronsäure.

Damit erscheint uns der zwingende Beweis erbracht zu sein, daß es sich bei der Aktivierung der Hyaluronidase durch basische Substanzen tatsächlich um eine Enthemmung des Hyaluronsäure-Hyaluronidase-Systems handelt. Die meisten für Versuchszwecke verwendeten Hyaluronsäurepräparationen sind nicht frei von verschiedenen Sulfurierungsprodukten der Hyaluronsäure, die als Inhibitoren wirken und die durch die basischen Substanzen ausgeschaltet werden. Dementsprechend handelt es sich bei der Aktivierung der Hyaluronidase durch Makrokationen nicht um eine echte Aktivierung im Sinne einer Kinase- oder Coferment-Wirkung, sondern einzig um eine Ausschaltung von Verunreinigungen der verwendeten Hyaluronsäurepräparation, die als Inhibitoren wirken.

Medizinisch-Chemisches Institut der Universität, Wien 9, Währingerstraße 10

Erich Kaiser

Eingegangen am 25. Oktober 1956

[1]) Gibian, H.: a) Ergebn. Enzymforsch. **13**, 1 (1954). — b) Persönliche Mitteilung.

[2]) Kaiser, E., u. G. Winkler: Arzneimittel-Forsch. **5**, 322 (1955).

[3]) Pantlitschko, M., u. E. Kaiser: Biochem. Z. **322**, 137 (1951).

[4]) Pantlitschko, M.: Mh. Chem. (Wien) **83**, 1125 (1952).

[5]) Haas, E.: J. of Biol. Chem. **163**, 63 (1946).

Alkalischer Abbau von Gynaminsäure zu Brenztraubensäure und N-Acetyl-D-glucosamin

In einer vorangegangenen Mitteilung über die sog. „direkt Ehrlich-positiven Chromogene"[1]) haben wir — abgesehen von pyrrolhaltigen Verbindungen — zwischen solchen unterschieden, die auf Zufügen einer sauren Lösung von p-Dimethylamino-benzaldehyd spontan eine leuchtende Rotfärbung geben, und anderen, die erst nach 2 bis 3 minütlichem Erhitzen auf 100° diese Farbreaktion zeigen. Erstere entstehen bei der Einwirkung von Alkali auf N-substituierte-2-Desoxy-2-Aminozucker unter den Bedingungen der Elson-Morgan-Reaktion[2]). Letztere bilden sich unter Verzögerung aus N-Acetyl-Neuraminsäure (Klenk), Sialinsäure (Blix), Laktaminsäure (Kuhn) und Gynaminsäure (Zilliken). Zwei der ersteren „direkt Ehrlich-positiven Chromogene" haben R. Kuhn und G. Krüger[3]) kürzlich aus mit Alkali vorbehandeltem N-Acetyl-D-glucosamin in kristallisierter Form erhalten und als 3-Acetamino-furan bzw. 3-Acetamino-5-dihydroxyäthyl-furan · CH_3OH erkannt. Wir haben bereits 1952[4]) durch direkte Hochvakuumsublimation des N-Acetyl-D-glucosamins ein „direkt Ehrlich-positives Chromogen" der Zusammensetzung $C_8H_{11}O_4N$ (=N-Ac. Glucosamin-2 H_2O) in farblosen Nadeln erhalten, das wahrscheinlich mit letzterem identisch ist. Reinstes α-Methyl-N-Acetyl-D-glucosaminid[5]) bildete unter denselben Bedingungen kein Chromogen.

Wie wir nun fanden, liefert Gynaminsäure (=N-Acetyl-Neuraminsäure) $C_{11}H_{19}O_9N_1$, Mp. 178 bis 179° (Berl, unkorr.), $[\alpha]_D^{25°} = -32{,}0°$ (H_2O)[6]), unter gleichartigen Bedingungen ebenfalls kein Chromogen. Jedoch fand sich in der mit Aceton/CO_2 gekühlten Vorlage eine Spur einer Säure, die nach Friedman[7]) eine positive Reaktion für α-Ketosäuren aufwies.

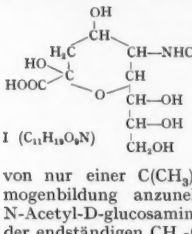
Kurz dauernde alkalische Hydrolyse der Gynaminsäure (0,1 N NaOH 5 bis 10 min bei 90°) setzte eine relativ größere Menge dieser Säure in Freiheit — bezogen auf Brenztraubensäure etwa 10 bis 20% der Theorie —, während bei längerer Hydrolysenzeit (20 bis 30 min) die Bildung dieser α-Ketosäure stark vermindert war. In solchen Ansätzen fanden wir ein

Produkt, welches wir noch nicht eindeutig identifizieren konnten, das jedoch in vielen seiner Eigenschaften dem Acetoin gleicht. Die spontane Bildung von Acetoin bei Decarboxylierung der Brenztraubensäure ist seit den klassischen Arbeiten von W. DIRSCHERL hinlänglich bekannt[8]).

Aus den kurzzeitigen alkalischen Hydrolysaten der Gynaminsäure ließ sich nach Ansäuern die α-Ketosäure mit Äther extrahieren. Sie lieferte ein kristallisiertes 2,4-Dinitro-phenylhydrazon, Mp. 211 bis 213° (Berl, unkorr.), das im Mischschmelzpunkt mit reinstem 2,4-Dinitro-Brenztraubensäure-phenylhydrazon keine Depression aufwies. Ausbeute: 7 bis 10% der Theorie.

Die nach erschöpfender Ätherextraktion verbliebene Lösung des alkalischen Hydrolysates der Gynaminsäure wurde mit Monobed MB_2 (RÖHM und HAAS, Philadelphia) entionisiert und bei p_H 7 im Vakuum bei 30° zur Trockene gebracht. Die papierchromatographische Analyse (Essigester: Pyridin: H_2O = 2:1:2; absteigend) des goldgelben Rückstandes ergab neben einem langsam wandernden ELSON-MORGAN-positiven Flecken ($R_{N\text{-}AcGl}$ = 0,79) das Vorliegen von N-Acetyl-D-glucosamin und demjenigen Chromogen, das sich vornehmlich aus N-Acetyl-D-glucosamin mit Alkali bildet ($R_{N\text{-}AcGl}$ = 1,54). Aus diesem Gemisch ließ sich durch Chromatographie an Norit A/Celit (1:1) und Elution mit Äthanol (gradient technique) kristallisiertes N-Acetyl-D-glucosamin, Mp. 195 bis 196°, isolieren. Im Mischschmelzpunkt mit reinstem N-Acetyl-D-glucosamin keine Depression (Infrarot identisch).

Demgemäß erscheint Gynaminsäure (= N-Acetyl-Neuraminsäure) $C_{11}H_{19}O_9N$ aus einem Mol N-Acetyl-D-glucosamin ($C_8H_{15}O_6N$) und einer C_3-Carbonsäure aufgebaut zu sein, die sich unter den von uns benutzten Reaktionsbedingungen nur zum geringsten Teil in Brenztraubensäure umgelagert hat. Gynaminsäure selbst gibt einen negativen Test für α-Ketosäuren. Als Ort der Verknüpfung zwischen der C_3-Carbonsäure und N-Acetyl-D-glucosamin käme nach dem Perjodsäureverbrauch (2 Mole in schwach saurer Lösung) nur das C-Atom 3 des Aminozuckers in Frage. Andererseits ist aus der Zunahme des Reduktionsvermögens (BARFOEDS Test: negativ; 0,7, 1,4 bis zu 2 Molen Hypojodit mit zunehmender Alkalinität, WILLSTÄTTER/SCHUDEL in Na_2CO_3 und NaOH), dem Vorhandensein von nur einer $C(CH_3)$-Gruppe und der verzögerten Chromogenbildung anzunehmen, daß die Aldehydgruppe des N-Acetyl-D-glucosamins nicht frei vorhanden ist, sondern mit der endständigen CH_3-Gruppe der C_3-Carbonsäure eine Aldolartige Bindung eingegangen ist. Die von GOTTSCHALK[9]) kürzlich vorgeschlagene Konstitutionsformel — die allerdings ohne Isolierung eines Abbauproduktes formuliert wurde — würde allen unseren Befunden Rechnung tragen (I).



I ($C_{11}H_{19}O_9N$)

Addendum. Nach der Niederschrift dieser Mitteilung hat uns G. F. SPRINGER auf eine soeben erschienene Arbeit von R. HEIMER und K. MEYER [Proc. Nat. Acad. Sci. **42**, 718 (1956)] aufmerksam gemacht. In dieser Arbeit haben die Autoren mittels kolorimetrischer und papierchromatischer Technik die enzymatische Spaltung (RDE) einer bovinen Submaxillaris-Sialinsäure in Brenztraubensäure und N-Acetylglucosamin beschrieben, jedoch ohne Isolierung der Abbauprodukte.

Departments of Biochemistry and Microbiology, School of Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania

FRIEDRICH ZILLIKEN und MARY CATHERINE GLICK

Eingegangen am 12. November 1956

[1]) ZILLIKEN, F., u. E. STEVENSON: Arch. of Biochem. a. Biophysics (im Druck).
[2]) MORGAN, W. T. J., u. L. A. ELSON: Biochemic. J. **28**, 988 (1934).
[3]) KUHN, R., u. G. KRÜGER: Ber. dtsch. chem. Ges. **89**, 1473 (1956).
[4]) ZILLIKEN, F., u. H. TRISCHMANN: Unveröffentlicht.
[5]) KUHN, R., F. ZILLIKEN u. A. GAUHE: Ber. dtsch. chem. Ges. **86**, 466 (1953).
[6]) ZILLIKEN, F., G. A. BRAUN u. P. GYÖRGY: Arch. of Biochem. a. Biophysics **63**, 394 (1956).
[7]) FRIEDMAN, TH. E., u. G. E. HAUGEN: J. of Biol. Chem. **147**, 415 (1943).
[8]) DIRSCHERL, W.: Hoppe-Seylers Z. **188**, 225 (1930).
[9]) GOTTSCHALK, A.: Nature [London] **176**, 881 (1955).

Über die Nucleinsäuren der Polyeder-Viren

Die Polyeder-Viren der Lepidopteren gehören den beiden Genera *Borrelina* und *Smithia* an. Die Borrelina-Viren sind stäbchenförmig; ihre zu 95% aus nichtinfektiösem Polyederprotein bestehenden Einschlußkörper werden innerhalb des Zellkerns ausgebildet. Die Smithia-Viren sind sphärisch; ihre Einschlußkörper entstehen im Cytoplasma. Bei Borrelina-Viren, speziell bei *Borrelina bombycis*, konnten BERGOLD und PISTER[1b]) zeigen, daß der gesamte Phosphor (P) an Desoxyribonucleinsäure (DNS) gebunden ist. Von Smithia-Viren liegen bisher keine Untersuchungen vor.

Eigene Versuche wurden angestellt mit den von KRIEG und LANGENBUCH beschriebenen Kernpolyedern aus dem Fettkörper, der Hypodermis und Trachealmatrix von *Aporia crataegi* L.[3a]) und Plasmapolyedern aus Mitteldarmepithelzellen von *Dasychira pudibunda* L.[3b]). Zur Analyse dienten kolorimetrische Methoden: Der Gehalt an P konnte nach Veraschung des Materials als Phosphor-Strychninmolybdat-Komplex nach BERGOLD[1a]) bestimmt werden. Die DNS wurde mit Hilfe von Diphenylamin nach DISCHE[1b]), die Ribonucleinsäure (RNS) mit Hilfe von Phloroglucin nach HAHN und VON EULER[2]) nachgewiesen. Die Extinktionsmessung erfolgte photoelektrisch mit einem Stufenphotometer der Firma Carl Zeiß (dem sog. Elko II); als Lichtfilter wurden benutzt VG9 (Schwerpunkt λ_{max} 509 mμ; Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ 140 mμ) bei der P-Bestimmung und S 59E (Schwerpunkt λ_{max} 587 mμ; Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ 21 mμ) bei der NS-Bestimmung. Die unteren Grenzen der Bestimmungsmethoden lagen bei P um 0,5 γ, bei NS um 5 γ.

a) Untersuchung von Borrelina aporiae. 60 mg der nucleären Polyeder wurden in 0,15 mol Na_2CO_3 + 0,20 mol NaCl (p_H 11,5) gelöst. Unlöslicher Rest 10,2 mg. Aus der Lösung konnten durch wiederholte Ultrasedimentation (1 Std bei 25000 g) und Waschen in Aq. dest. 3,0 mg reine stäbchenförmige Viruspartikeln gewonnen werden. Im Überstand blieben 46,8 mg Polyederprotein gelöst. 15,6 mg Polyederprotein enthielten etwas P (8 γ) und keine NS, 1,0 mg Virus 10 γ P und DNS. Die Befunde von BERGOLD und PISTER an einer anderen Borrelina-Art bestätigten sich damit vollauf.

b) Untersuchung von Smithia pudibundae. 60 mg der plasmatischen Polyeder wurden wie oben gelöst. Gelöstes Polyederprotein 29,4 mg, unlöslicher Rest 28,8 mg. Aus der Lösung konnten durch Ultrasedimentation und Waschung 1,8 mg reine sphärische Viruspartikeln gewonnen werden. In 9,8 mg Polyederprotein des Überstandes war wiederum etwas P (3 γ) und keine NS nachweisbar. 0,6 mg Virus enthielten 4 γ P und RNS.

c) Vergleich der Ergebnisse. Die Analysenwerte von P, DNS und RNS der beiden Virus-Arten sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1

Virus	Proben-Gew.	P		DNS			RNS		
		total	%	total	%	DNS/P	total	%	RNS/P
Borrelina aporiae	1,0 mg	10 γ	1	90 γ	9	9,0	0 γ*)	—	—
Smithia pudibundae	0,6 mg	4 γ	0,7	0 γ*)	—	—	40 γ	6,7	10,0

*) Beziehungsweise < 5 γ.

Der theoretische Wert NS/P wurde bei *Borrelina aporiae* fast und bei *Smithia pudibundae* voll erreicht. Danach liegt der gesamte vorhandene Phosphor bei *Borrelina aporiae* in DNS-Bindung vor, bei *Smithia pudibundae* in RNS-Bindung. Diese Befunde erlauben eine Ableitung der nucleären Borrelina-Viren von dem DNS-haltigen Euchromatin (Karyogene) bzw. der plasmatischen Smithia-Viren von den RNS-haltigen basophilen Plasmastrukturen (Plasmagene).

Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Biologisches Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

ALOYSIUS KRIEG

Eingegangen am 20. Oktober 1956

[1]) BERGOLD, G., u. L. PISTER: Z. Naturforsch. **3b**, a) 332, b) 406 (1948).
[2]) HAHN, L., u. H. v. EULER: Ark. Kem., Mineral. Geol., Ser. A **22/23**, 1 (1946).
[3]) KRIEG, A., u. R. LANGENBUCH: a) Z. Pflanzenkrankh. **63**, 95 (1956). — b) Arch. Virusforsch. (im Druck).

Substanz P und Tetanustoxin

ZETLER[1]) wies darauf hin, daß das Polypeptid, genannt Substanz P[2]) (SP), eine depressive Wirkung auf das Zentralnervensystem ausübt und eine physiologische Aufgabe als Transmittorsubstanz in den inhibitorischen und sensiblen Neuronen haben könnte. Vielleicht hat sie auch für die Wirkung von Analgetika eine Bedeutung. Besonders ausgeprägt ist die Hemmung der konvulsiven Strychninwirkung. Dies veranlaßte uns zu Untersuchungen, ob dieses Polypeptid auch bei Tetanustoxinkrämpfen eine Wirkung im Sinne einer Verstärkung bzw. Hemmung ausüben könne. Wir[3]) konnten außerdem nachweisen, daß Tolserol (3-o-toloxy-1,2-propanediol) ein Synergist der SP ist, und es ist bekannt, daß Tolserol bei Tetanusintoxikationen einen günstigen Effekt hat[4]).

Diese Versuche waren erforderlich, weil LEMBECK[5]) gezeigt hatte, daß SP die Überträgersubstanz im I. sensiblen Neuron sein könnte, so daß demnach auch eine Verstärkung der Krämpfe zu erwarten wäre.

Im Versuch waren 30 weiße Mäuse beider Geschlechter von etwa 20 g Gewicht, von welchen 15 als Kontrollen dienten. Alle erhielten 1 γ Tetanustoxin i. m. (Die Toxizität unseres Präparats war 0,76 γ pro Maus.) 15 Mäuse erhielten 48 Std nach Verabreichung des Tetanustoxins 1 mg/g der SP subkutan. (Wir besaßen zwei SP-Präparate; die Stärke betrug bei dem einen 2,9 E, beim anderen 7,28 E in 1 mg Substanz.) *) 30 bis 60 min nach Verabreichung von SP waren die Mäuse viel ruhiger, die Krämpfe viel schwächer ausgeprägt. Besonders gut kann man das beobachten, wenn die Maus am eigenen Schwanz hängt. Die Skoliose gegen die Seite, wo das Tetanustoxin injiziert wurde, ist bei Kontrollen viel stärker ausgeprägt als bei Tieren, die mit SP behandelt waren. Die Extremität, in welche das Tetanustoxin injiziert war, ist bei Kontrollen völlig unbrauchbar, während sie bei den mit SP behandelten Tieren zum Teil wieder gebraucht wird.

Diese Befunde bestätigen besonders jene Voraussetzung ZETLERS, in der er über die Wirkung der SP im Sinne einer Transmittorsubstanz der inhibitorischen Neuronen spricht. Der Effekt muß aber auch der allgemeinen sedativen Wirkung der SP zugeschrieben werden. Es stellt sich die Frage, ob SP nicht der Rezeptor für Tetanustoxin und vielleicht auch Strychnin ist, die von ihnen außer Funktion gesetzt wird, denn nach Verabreichung von SP oder ihres Synergisten Tolserol vermindern sich die Krämpfe. LEMBECK[5]) hat zwar viel mehr von der SP in den Hinterwurzeln gefunden, es ist aber Tatsache, daß SP auch in den Vorderwurzeln vorhanden ist. Die Beseitigung der inhibitorischen Funktion der SP in den Hinterwurzeln wird das Auftreten der Krämpfe nur noch begünstigen, wie dies bei Strychnin der Fall ist.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Fakultät, Sarajevo (Jugoslawien)

P. STERN und S. HUKOVIC

Eingegangen am 29. Oktober 1956

*) Substanz P verdanken wir Herrn Professor Dr. H. HÄUSLER, Graz, und das Tetanustoxin Herrn Dr. V. VUKSANOVIC, Zagreb.

[1]) ZETLER, G.: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **228**, 513 (1956).
[2]) EULER, U.S. v., u. J.H. GADDUM: J. of Physiol. **72**, 74 (1931).
[3]) STERN, P.: In Vorbereitung für Druck.
[4]) EDWARDS, P.M.: Anaesthesia [London] **3**, 160 (1948).
[5]) LEMBECK, F.: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **219**, 197 (1953).

Composition of the Seed Fat of *Amaranthus Gangeticus*

Seed fat compositions of very few plants of the plant family *Amarantaceae* have been investigated, those of *Amaranthus Gangeticus* remained still now undetermined. Samples of seeds were collected from field grown plants. The mature seeds were preserved in screw capped glass bottles previously flushed with nitrogen in a refrigerator at 5° C until used. This procedure reduced the moisture content to about 5%. The dried seeds were ground in a Wiley mill until most of the sample passed through a 20 mesh sieve. Lots of 200 grms. of the ground seeds were extracted for 10 hours in a Soxhlet extractor with redistilled petroleum ether (b. p. 40° C to 60° C) as the solvent, reground in a mortar and extracted an additional 6 hours. The solution was reduced in volume on a steam bath and stripped of solvent under reduced pressure at 50° C for 2 hours. The oil had the following characteristics.

Yield of oil (on total seed): 4·17%. Colour of oil: light brown. Odour: imperceptable. Ref. ind. at 25° C: 1·4645. Iodine value (WIJ's 30 min): 113·7. Saponification value 160.3. Saponification equivalent: 350·0. Unsaponified and unsaponifiable matter: 0·9% [estimated by the A.O.C.S. method[1])]. Free fatty acid (as oleic): 0·8%.

The component fatty acids of the oil were recovered from the soap solution obtained by saponification of the oil with alcoholic KOH solution. The soap solution was freed from unsaponified and unsaponifiable matters by extraction with redistilled petroleum ether and was then acidified with dilute HCl and the liberated fatty acids were recovered by extraction with ether. The ethereal solution of the fatty acids was washed with water until free from mineral acid. The saponification equivalent and the iodine value of the mixed fatty acids were determined as usual. The spectrophotometric experiments were done as recommended by HILDITCH and coworkers[2]). The linoleic acid percentage was calculated directly from the spectrophotometric results. The iodine value contributed by linoleic acid in the mixed fatty acid was calculated. The residual iodine value was supposed to be contributed by oleic acid. The amount of oleic acid was then calculated. The difference gave the saturated acid.

Mixed fatty acids of Amaranthus gangeticus. Saponification equivalent: 335·5. Iodine value (WIJ's 30 mins): 118·7. $E^{1\%}_{1\,cm}$ unisomerised at 268 mμ: 1 (neglected); at 234 mμ: 2 (negl.); isomerised at 170° C, 15 mins, 268 mμ: 6 (negl.); at 180° C, 60 mins, 234 mμ: 340. Composition of the fatty acids: linolenic nil, linoleic 37·53%, oleic 56·18%, saturated 6·29%.

The only other seed of the plant family *Amarantaceae* that has been analysed was also found to contain the same acids in the same order of predominance. The said fat was obtained from the seeds of *Amaranthus Retroflexus* commonly known as American Pigweed by CHRISTENSEN and MILLER[3]).

Department of Applied Chemistry, Calcutta University
Department of Chemical Engineering, Jadavpur University
DIPTI KALYAN CHOWDHURY and RABINDRANATH BAGCHI

Eingegangen am 5. Oktober 1956

[1]) Amer. Oil. Chem. Soc.: Official a. Tentative Methods Ca. 6a, 40 (1946).
[2]) HILDITCH, T.P., R.A. MORTON and J.P. RILEY: Analyst **70**, 68 (1945). — HILDITCH, T.P., C.B. PATEL and J.P. RILEY: Analyst **76**, 81 (1951).
[3]) CHRISTENSEN, B.E., and L.S. MILLER: J. Amer. Chem. Soc. **63**, 2272 (1941).

Serum Lipid Changes in Poliomyelitis Infected Chick Embryo

Serum lipids from normal and poliomyelitis-infected chick embryos have been fractionated by means of silicic acid chromatography[1]). A drop in the total lipid content of the infected embryos has been observed. There are also changes in the fatty acid and free sterol distribution in the infected sera.

Eight day old embryos (White Leghorn) were inoculated with the MEF-1 strain of poliomyelitis virus, and then the infected embryos and controls of the same age were incubated at 37° C for eight days. The embryos were bled and the sera pooled (at least thirty embryos were used in each group). Equal amounts (5 ml.) of the normal and infected sera were deproteinized[2]) and subjected to chromatography on silicic acid with the results shown in table 1.

Table 1. *Serum Lipids of Normal and Virus Infected Chick Embryo*

Amount on Columm Fraction	Normal. 791 mg*) Recovered		Infected. 562 mg*) Recovered	
	mg*)	%	mg*)	%
Sterol Ester . . .	237	29·2	144	25·1
Neutral Fat . . .	227	28·0	140	24·5
Fatty Acid . . .	92	11·4	24	4·2
Sterol	24	3·0	76	13·2
Phospholipid . . .	230	28·4	190	33·0
Total	810	102·0	574	102·0

*) Calculated for 100 ml. of serum.

While the relative percentages of sterol ester, neutral fat and phospholipid in the two sera are approximately the same, there is a large rise in the free sterol and a drop in the free fatty acid of the infected serum.

Assuming that the sterol is esterified with fatty acid corresponding to the average molecular weight of oleic acid, and calculating the total sterol in both samples, it was found that the absolute sterol content of the normal embryo serum was 160 mg-% compared to 158 mg-% for the infected serum. Thus, the difference in sterol distribution may be attributed to the lack of esterifiable fatty acid available, which further

accentuates the drop in the free fatty acid content of the infected serum. The loss in free fatty acid which occurs on virus infection seems to be the most striking change observed.

Working with 16-day old embryos from New Hampshire chickens, SCHJEIDE[3]) found no fatty acid and the distribution of other lipids was, roughly, sterol ester, 36·2%; triglyceride, 22·4%; sterol, 5·2% and phospholipide, 36·2%. In our work, however, a titratable amount of fatty acid was definitely present.

Viral and Rickettsial Section, Research Division, American Cyanamid Company, Pearl River, New York

DAVID KRITCHEVSKY, R. F. J. MCCANDLESS and A. W. MOYER

Eingegangen am 27. Oktober 1956

[1]) FILLERUP, D. L., and J. F. MEAD: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **83**, 574 (1953).
[2]) DELSAL, J. L.: Bull. Soc. Chim. Biol. **26**, 99 (1944).
[3]) SCHJEIDE, O. A.: J. of Biol. Chem. **214**, 315 (1955).

Die Autotrophie von Leptothrix ochracea

Morphologie und Physiologie des „klassischen" Eisenbakteriums *Leptothrix ochracea* sind seit der Veröffentlichung von WINOGRADSKY 1888 immer noch umstritten. In morphologischer Hinsicht hat man noch in neuester Zeit eine Identität mit *Sphaerotilus natans* angenommen. Mit den üblichen Isolierungsmethoden war keine Reinkultur von *Leptothrix* zu erhalten. Doch gelang eine Reinzüchtung durch oftmals wiederholte Waschungen. Das Bakterium ist eine selbständige Art und hat mit *Sphaerotilus* nichts zu tun. — Stoffwechselversuche (Messung der Trockensubstanz- und Eiweißbildung sowie Versuche in der WARBURG-Apparatur) zeigten eindeutig, daß *Leptothrix* aus der Eisen (II)-Oxydation Energie zur Reduktion der Kohlensäure zum Aufbau von Körpersubstanz gewinnt. Jedoch wächst das Bakterium nur in Gegenwart von organischen Stoffen, z. B. Glucose, allerdings bei sehr geringer Konzentration (etwa 0,02%), nicht in Eisen (II)-Lösungen ohne organische Substanz, aus der jedoch, soweit sie in der Nährlösung zugeführt wird, keine Körpersubstanz aufgebaut werden kann.

Es vollzieht sich also bei diesem Bakterium streng getrennt der Baustoffwechsel auf Grund der Eisen (II)-Oxydation und der Betriebstoffwechsel durch Veratmung organischer Substanz. Wahrscheinlich reicht der verhältnismäßig geringe Energiegewinn bei der Eisen (II)-Oxydation nur zum Baustoffwechsel aus, nicht zu dem mengenmäßig größeren Betriebsstoffwechsel.

Eine ausführliche Veröffentlichung erfolgt durch den Erstgenannten im „Archiv für Mikrobiologie".

Institut für Mikrobiologie der Universität, Göttingen

PAUL PRÄVE und AUGUST RIPPEL-BALDES

Eingegangen am 30. Oktober 1956

Die Entstehung induzierter Pseudotumoren bei Drosophila melanogaster

OFTEDAHL[1]) und BARIGOZZI[2]) haben gezeigt, daß Pseudotumoren in den sog. Tumorstämmen von Drosophila auf einer erbpathologischen Veränderung larvaler Blutzellen (Melanisierung, Zusammenballung und Infiltration) beruhen. Der abweichende Charakter der Pseudotumoren gegenüber neoplastischen Bildungen im Sinne echter Tumoren der Wirbeltiere ist wiederholt festgestellt worden. Dennoch glaubten HARNLY, BURTON, FRIEDMAN und KOPAC[3]) auf Grund ihrer Injektionsversuche mit zellfreien Larvenextrakten aus Tumorstämmen, daß ein „tumorinduzierendes Agens" existiere, das auf Larven pseudotumorfreier Stämme übertragbar sei.

Bei der Wiederholung dieser Injektionsexperimente (RÖHRBORN, unveröffentlicht) in Verbindung mit weiteren Kontrollversuchen wurde festgestellt, daß nicht nur durch Extrakte aus Tumorstämmen, sondern auch durch solche aus pseudotumorfreien Stämmen und ferner durch eine Reihe chemisch differenter Stoffe, sogar durch physiologische Salzlösungen, destilliertes Wasser und Gasbläschen Pseudotumoren induziert werden. Somit ist im Gegensatz zu der Auffassung oben erwähnter Verfasser[3]) bewiesen, daß es kein spezifisches „tumorinduzierendes Agens" in den sog. Tumorstämmen gibt.

Die Sektion der behandelten Larven ergab, daß innerhalb von 24 Std nach der Injektion Pseudotumorbildung eintritt. Die Pseudotumoren liegen wie in den Individuen der Tumorstämme frei im Hämocoel, am oder innerhalb des Fettkörpers. Histologisch stimmen sie weitgehend mit denen der Tumorstämme überein.

Aus den Kontrollversuchen ergab sich eine Reihe physiologisch und genetisch interessanter Tatsachen. So ist bei dem für Pseudotumorreaktion wenig empfindlichen Stamm Berlin-wild, bei der Doppelmutante jv se und bei der Mutante e^{11} kein signifikanter Unterschied zwischen der Wirkung von Extrakt und Verdünnungsmittel (Ringerlösung) bzw. zwischen Chemikal und Lösungsmittel festzustellen. Dagegen reagiert der empfindliche Stamm yw signifikant stärker auf Extrakte und Chemikalien als auf deren Verdünnungs- bzw. Lösungsmittel. In Tumorstämmen wird durch Injektion verschiedener Chemikalien die Pseudotumorpenetranz signifikant erhöht.

Die untersuchten Stämme Berlin-wild, yw, jv se und e^{11} zeigen eine unterschiedliche Reaktionsbereitschaft für Pseudotumorinduktion. Demzufolge verhalten sich auch genotypisch differente Nachkommen aus Kreuzungen verschieden. So induziert z. B. 1,5%ige Ascorbinsäure in der F_1 aus yw ♀ × wild ♂ unter den heterozygoten weiblichen Nachkommen 5,7% Pseudotumoren und einen auf 35,4% erhöhten Prozentsatz bei den männlichen (yw)-Nachkommen. Auch einzelne Gene können die Induktionsrate bestimmen.

Es wird geschlossen, daß durch die Injektion bei pseudotumorfreien Stämmen gleichartige, zur Pseudotumorbildung führende Stoffwechselstörungen ausgelöst werden, wie sie bei den Tumorstämmen auf Grund von Erbfaktoren entstehen. In beiden Fällen wirken dem pathologischen Prozeß „normale" Gene entgegen, so daß die Penetranz meistens unter 100% liegt.

Eine detaillierte Darstellung der hier skizzierten Ergebnisse erscheint an anderer Stelle.

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut für Medizin und Biologie, Berlin-Buch

HEINRICH HERTWECK

Eingegangen am 20. Oktober 1956

[1]) OFTEDAHL, P.: Z. Vererbungslehre **85**, 408 (1953).
[2]) BARIGOZZI, C.: Proc. Internat. Congr. Genet. I, 338 1954.
[3]) HARNLY, M. H., L. BURTON, F. FRIEDMAN u. M. J. KOPAC: Science [Lancaster, Pa.] **120**, 225 (1954). — BURTON, L., M. H. HARNLY u. M. J. KOPAC: Cancer Res. **16**, 402 (1956).

Chronische Fütterungsversuche mit Polyphosphaten

Kürzlich haben wir[7]) gezeigt, daß die durch Cystein aktivierte Eisenaufnahme durch Phosphate, am stärksten durch Pyrophosphat, weniger durch Tripolyphosphat und GRAHAM-Salz und gar nicht durch Orthophosphat gehemmt wird. Auf die grundsätzliche Möglichkeit einer Eisenresorptionshemmung durch Phosphate weisen auch die Arbeiten anderer Autoren hin[5]), [8]), [9]). Chronische Fütterungsversuche mit natürlichem Eisengehalt in der Nahrung und künstlichen Phosphatzusätzen sollten nun über die ernährungsphysiologische Bedeutung dieses Vorgangs Auskunft geben. Bei dieser Versuchsanordnung wird zugleich der ganze Komplex möglicher Schädigungen durch die Phosphatzusätze erfaßt.

Die Fütterung wurde an Gruppen von je 36 männlichen und 36 weiblichen Ratten mit einem Anfangsgewicht von 50 bis 60 g 6 Monate lang durchgeführt. Die Nahrungsgrundlage waren Plätzchen aus 700 g Weizenschrot, 300 g Vollmilchpulver und 400 ml Wasser, bei 90° getrocknet. Die tägliche Futteraufnahme wurde bestimmt. Hierzu kam, abgesehen von den Kontrollen, ein Zusatz von 3 bzw. 5% Natriumpyrophosphat [neutral $Na_4P_2O_7$, p_H 10,2 (1%ige Lösung), 53,3% P_2O_5, 46,7% Na_2O], 3% Natriumtripolyphosphat ($Na_5P_3O_{10}$, p_H 9,5, 57,8% P_2O_5, 42,2% Na_2O) und 3 bzw. 5% GRAHAM-Salz [$(NaPO_3)_x \cdot H_2O$, p_H etwa 5, 69,6% P_2O_5, 30,4% Na_2O].

Die Futteraufnahme bei den männlichen Kontrolltieren sank von 880 g/kg/Woche allmählich auf 330 g/kg/Woche, bei den weiblichen Kontrolltieren von 770 g/kg/Woche auf 300 g/kg/Woche ab. Die Phosphattiere zeigten hiervon keine wesentliche Abweichung. Die männlichen Kontrolltiere erreichten nach 6 Monaten im Mittel 340 g, die weiblichen 230 g Endgewicht. Eine signifikante Wachstumshemmung ergab sich nur mit 5% GRAHAM-Salz (♂+♀) und 5% Pyrophosphat (♀). Die Zusätze von 3% GRAHAM-Salz (♀), Tripolyphosphat (♂) und Pyrophosphat (♀) zeigten keine signifikante Wachstumshemmung. Die Versuche werden, unter Einbeziehung von Orthophosphat, noch fortgesetzt.

In keiner Versuchsgruppe war nach Tötung der Tiere eine Veränderung im Durchschnittsgewicht von Lunge, Leber, Herz, Niere, Nebenniere, Milz und Thymus gegenüber den Kontrollen festzustellen. Über das Ergebnis histologischer Untersuchungen wird später berichtet. Nach Aufschluß eines Teiles der Ratten nach HOPPE-SEYLER-THIERFELDER[6]) erfolgte eine Calcium-, Phosphat- und Eisenbestimmung nach

Tabelle 1. *Phosphor-, Calcium-, Eisen- und Kupfergehalt bei Tieren ohne und mit Phosphatfütterung*

F.z.	Gr.	n	P_2O_5 %	Ca %	Fe mg-% *)	Cu γ-% *)
Ktr.	II	m 15	—	0,99 ± 0,12	5,25 ± 0,76	155 ± 31,6
Grah.	I	m 17	—	1,04 ± 0,26	5,51 ± 0,77	178 ± 42,1
Ktr.	VII	w 7	1,52 ± 0,13	1,11 ± 0,10	4,34 ± 1,2	145 ± 14,9
Grah.	VIII	w 16	1,49 ± 0,11	1,01 ± 0,09	4,55 ± 1,08	189 ± 25,8
Ktr.	IV	w 18	1,49 ± 0,14	1,07 ± 0,10	5,62 ± 0,60	177 ± 26,5
Na-P.	III	w 12	1,23 ± 0,12	0,98 ± 0,12	5,80 ± 1,0	181 ± 43,7
Ktr.	V	m 13	1,37 ± 0,06	0,91 ± 0,05	3,25 ± 0,71	140 ± 20,1
Trip.	VI	m 14	1,35 ± 0,12	0,91 ± 0,08	3,88 ± 0,79	145 ± 16,9

F.z. Futterzusatz: Ktr.: Kontrolle; Grah.: 5% GRAHAM-Salz; Na-P.: 3% Na-Pyrophosphat; Trip.: 3% Tripolyphosphat. Gr.: Gruppe; m männlich; w weiblich.

*) mg/100 g bzw. γ/100 g.

BILZ[1]) sowie eine Kupferbestimmung nach BODE[2]) (Tabelle 1). Es ergab sich keine gesicherte Abweichung von der Norm nach Phosphatfütterung, abgesehen von einer Kupfervermehrung bei den weiblichen Tieren nach 5% GRAHAM-Salz. Entsprechend der nicht nachweisbaren Störung der Eisenresorption selbst bei Phosphatkonzentrationen, die schon zur Wachstumshemmung führen (5% GRAHAM-Salz), war bei keiner der Phosphatgruppen der Hämoglobingehalt zum Schluß um mehr als 4,1 bis 5,4% der Norm gesenkt. Die Erythrozyten zeigten bei der weiblichen Versuchsgruppe mit 5% GRAHAM-Salz eine stärkere Verminderung. Es ergibt sich daraus die Möglichkeit einer vom Eisenstoffwechsel unabhängigen, wohl mit der allgemeinen Wachstumshemmung zusammenhängenden Störung der Zellbildung. Bei den männlichen Tieren waren nach 5% GRAHAM-Salz die Erythrozytenwerte normal.

Auch VAN GENDEREN[4]) erhielt mit einem polymeren Mischphosphat erst bei 5% in der Nahrung eine signifikante Wachstumshemmung. Die von ihm namentlich in der Niere gefundenen Verkalkungen können nach unseren Analysen nicht auf vermehrte Calcium- oder Phosphatretention zurückgeführt werden [vgl. hierzu jedoch[3])]. Bemerkenswert ist auch, daß weder die von SCHWIETZER[8]) noch die von uns[7]) gefundene Reihenfolge der Phosphate in ihrer Wirkung auf die Eisenresorption bei den Wachstumsversuchen wiederkehrt. Versuche mit Orthophosphat[4]) unterstreichen die Tatsache, daß anscheinend hierbei überhaupt kein Unterschied zwischen den Phosphaten besteht. Somit muß das toxikologische Problem der Phosphate weniger vom Standpunkt ihres Polymerisationsgrades oder ihrer Unterscheidung in „natürliche" und „unnatürliche" Phosphate behandelt werden als von dem der Quantität. Die Höhe der wachstumshemmenden Konzentrationen läßt an unspezifische Salzeffekte denken.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Akademie, Düsseldorf (Direktor: Prof. Dr. F. HAHN)

F. HAHN, H. JACOBI und W. RUMMEL

Eingegangen am 25. Oktober 1956

[1]) BILZ, H.: Ausführung quantitativer Analysen, IV. Aufl. 1942.
[2]) BODE, H.: Z. analyt. Chem. **142**, 414 (1954); **143**, 182 (1954); **144**, 90, 165 (1955).
[3]) BORENSTEIN, M.K., u. C. SCHWARTZ: J. Nutrit. **36**, 681 (1948).
[4]) GENDEREN, H. VAN: Report on the activities of the National Institute of Public Health in the Netherlands in the field of food additives (period 1949—1955).
[5]) HEGSTED, D.M., C.A. FINCH and T.D. KINNEY: J. of Exp. Med. **90**, 147 (1949).
[6]) HOPPE-SEYLER-THIERFELDER: Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse, 10. Aufl., Bd. III/1, S. 4. Berlin: Springer 1955.
[7]) JACOBI, H., K. PFLEGER u. W. RUMMEL: Naturwiss. **43**, 354 (1956).
[8]) SCHWIETZER, C.: Biochem. Z. **328**, 35 (1956).
[9]) SHARPE, L.M., R.S. HARRIS, W.C. PEACOCK u. R.C. COOKE: Federat. Proc. **7**, 298 (1948).

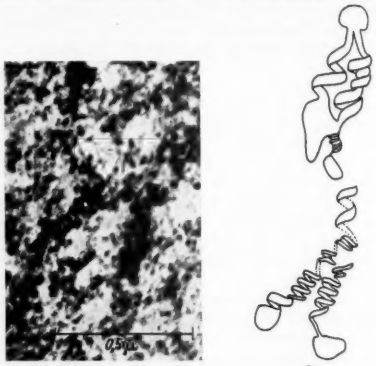
Die elektronenoptische Feinstruktur pflanzlicher Zellkerne

Im Gegensatz zu außerkaryotischen Bestandteilen des Protoplasmas wie Plastiden und Mitochondrien sind die Ergebnisse elektronenoptischer Untersuchungen am Zellkern auffällig unbefriedigend. Sowohl die Elektronenmikroskopie isolierter Chromosomen aus Arbeitskernen[1]) wie die Chromosomendarstellung mit Schmierpräparaten oder mit der Beschattungstechnik[2]) erbrachte nur problematische Bilder. Erst die vervollkommnete Dünnschnittechnik verbesserte bei Erythrozyten-Arbeitskernen[1]),[3]) und bei Drosophila-Speicheldrüsenchromosomen[4]) wenigstens bis zu einem gewissen Grade das Ergebnis; weitere Fortschritte dürfen durch die neuerdings mitgeteilte Uranylacetat-Kontrastierung[5]) zu erwarten sein.

Da die bisher eingehender untersuchten Phasen aus dem Gestaltwandel von Zellkern und Chromosomen sich als schlecht geeignet für das Elektronenmikroskop erwiesen haben, versuchten wir, ob nicht andere, weniger beachtete Stadien im Verlaufe von Mitosis und Meiosis mehr Erfolg versprechen. Dabei fanden wir in der meiotischen Prophase von Liliengewächsen, und zwar in deren Pachytaen mit langen, fadenförmigen und eng gepaarten, homologen Chromosomen, ein besonders für unsere Zwecke geeignetes Stadium, weil bei der Fixierung mit gepuffertem Osmiumtetroxyd[6]), zum Teil mit nachfolgender Kaliumbichromatbeizung[7]) die Chromosomen aufgelockert werden. Lichtoptisch erscheinen derartig fixierte Kerne fast homogen, elektronenoptisch sind die Unterelemente des Chromosoms in wechselndem Grade auseinandergerückt, so daß dadurch Einzelheiten des Chromosomenfeinbaus in elektronenoptischen Aufnahmen deutlich werden.

Tabelle 1. *Durchmesser der Elementarfibrillen von meiotischen Prophasechromosomen bei drei pflanzlichen Objekten*

Objekt	Anzahl gemessener Elementarfibrillen	Durchmesser
Agapanthus	102	121 ± 1,76 Å
Gasteria . .	100	115 ± 1,81 Å
Lilium . .	100	117 ± 1,62 Å



a b

Fig. 1a u. b. Gasteria trigona, Pollenmutterzelle. Ausschnitt aus dem Zellkern im Stadium des Pachytaens; Chromosomen durch die gepufferte OsO_4-Fixierung aufgelockert. Vergr. 1:47500. a Aufnahme; b Strichzeichnung

Bei meiotischen Prophasen von Agapanthus, Lilium und Gasteria ergibt sich zunächst, daß als letzte fädige Einheit, als Elementarfibrille, eine osmophile Struktur mit einem zwischen 110 und 120 Å schwankenden Durchmesser vorhanden ist (Tabelle 1). Dieser Wert hat dieselbe Größenordnung wie derjenige der Elementarfibrillen bei Drosophila-Speicheldrüsenchromosomen[4]). Es erscheint daher nicht ausgeschlossen, daß bei aller Verschiedenheit des Chromosomenbaus im lichtoptischen Bereich in der sublichtmikroskopischen Größenordnung von Elementarfibrillen einheitliche Werte, selbst bei so weit entfernten Objekten und Chromosomenzuständen wie bei Liliaceen-Meiosen und Dipteren-Speicheldrüsen vorhanden sind.

Bei guter Fixierung der Elementarfibrillen wird deutlich, daß sie keine kompakten Bildungen darstellen, sondern ihrerseits aufgebaut sind aus einem osmophilen Faden von 20 bis 30 Å Dicke, der in eine deutliche Spirale von 110 bis 120 Å Durchmesser gelegt ist. Dieser Wert ist gleichbedeutend mit dem Durchmesser der Elementarfibrille (Fig. 1).

Die Elementarfibrille verläuft verhältnismäßig selten gestreckt, sondern liegt in der Regel wiederum in einer in unseren Aufnahmen bald flacher, bald steiler angelegten Spirale. Gleichzeitig vereinigen sich mehrere Elementarfibrillen zu

Bündeln und zeigen so an, wie aus den elektronenoptisch sichtbar gemachten Elementarstrukturen schließlich ein Chromosom des mikroskopischen Bereiches zusammengefügt werden kann.

Nach diesen Befunden scheinen die im mikroskopischen Bereich bereits gefundenen Prinzipien des Chromosomenfeinbaus auch in dem Bereich des Elektronenmikroskops gültig zu sein: Das Vorhandensein eines Spiralisationssystems und die Zusammenlagerung distinkter, fädiger Unterelemente (lichtmikroskopisch Chromonemen, hier Elementarfibrillen) zu höheren Einheiten.

Es wird in weiteren Untersuchungen zu zeigen sein, inwieweit die hier an meiotischen Prophasechromosomen erhobenen Befunde gültig sind und ausreichen, einerseits die vielfältigen elektronenoptischen Kernbilder zu verstehen und andererseits die offenen Probleme des Chromosomenfeinbaus, wie etwa das Chromomerenproblem, klären zu helfen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die nachdrückliche Unterstützung unserer Arbeiten, ebenso Herrn Professor LANGENDORFF für seine große Bereitwilligkeit, uns jederzeit das in seinem Institut befindliche Elektronenmikroskop (ÜM 100 von Siemens & Halske) zur Verfügung zu stellen.

Forstbotanisches Institut der Universität, Freiburg i. Br.

H. MARQUARDT, W. LIESE und G. HASSENKAMP

Eingegangen am 10. Oktober 1956

[1]) Literatur bei: YASUZUMI, G., u. HIGASHIZAWA: Cytologia **20**, 280 (1955).

[2]) SCHULZ, J., R. MCDUFFEE u. R. F. ANDERSON: Science [Lancaster, Pa.] **110**, 5 (1949). — SANFORD, D. C., u. A. CLAUDE: J. of Exp. Med. **89** (1949). — PEASE, D. C., u. R. F. BAKER: Science [Lancaster, Pa.] **109**, 8 (1949). — DANON, M., E. GUYÉNOT, E. KELLENBERGER u. J. WEIGLE: Nature [London] **165**, 33 (1950). — YASUZUMI, G., Z. ODATE u. Y. OTA: Cytologia **16**, 233 (1951). — HERSKOWITZ, J. H.: J. Heredity **43**, 227 (1952). — YASUZUMI, G., u. ITO: Heredity **45**, 135 (1954). — RIS, H.: Genetics **37**, 619 (1952). Fine Structure of Cells, S. 121. Groningen 1955.

[3]) YASUZUMI, G., u. S. OKIMOTO: Experientia **11**, 17 (1955).

[4]) BEERMANN, W., u. G. F. BAHR: Exper. Cell. Res. **6**, 195 (1954). — WYCKOFF, R. W.: Fine Structure of Cells, S. 201. Groningen 1955. — LOWMAN, F. G.: Chromosoma **8**, 30 (1956).

[5]) STRUGGER, S.: Naturwiss. **43**, 357 (1956).

[6]) RHODIN, J.: Aktie bolaget Bodvil, S. 76. 1954.

[7]) NIKLOWITZ, W., u. G. DREWS: Arch. Mikrobiol. **24**, 134 (1956).

Über die Wirkung des Hochgebirges auf die Phosphorolyse im Skelett- und Herzmuskel

Es ist seit langem bekannt, daß im Hochgebirge im Vergleich zur Ebene in Organismen, die der Höhe angepaßt sind, eine Vermehrung der Blutglykose sowie eine Abnahme des Glykogens der Gewebe deutlich erkennbar sind. Die Annahme von bestimmten Veränderungen des aeroben und anaeroben Stoffwechsels der Kohlenhydrate, als Folge von Änderungen der Konzentration bestimmter Enzyme oder gewisser Effektoren, ist also gerechtfertigt. Zur Prüfung haben wir die verschiedenen Reaktionen des Kohlenhydratstoffwechsels untersucht, indem wir vorerst die Phosphorolyse, diese wichtige Zwischenstufe der anaeroben Glykolyse, im quergestreiften Muskel- und Herzgewebe in Tieren, die für einige Zeit im Hochgebirge gehalten wurden, erforscht und die Geschwindigkeit der Reaktion mit jener von Tieren, die unter gleichen Lebensbedingungen in der Ebene auf etwa Meereshöhe gehalten worden waren, verglichen haben.

Die Untersuchungen wurden an einer Gruppe von 20 jungen männlichen Ratten, die 15 bis 19 Tage im Institut „Angelo Mosso" auf dem Col d'Olen (Monte Rosa) (2961 m) gehalten wurden, im August durchgeführt; im September wurden die Versuche in Turin (239 m) an ebenso vielen Tieren derselben Zucht, gleichen Geschlechtes und Alters wiederholt. Die seit 24 Std nüchternen Tiere wurden durch Dekapitierung getötet. Das Herz und die Beinmuskeln wurden sofort über Eis gekühlt, gewogen, in einem Mörser mit demselben Gewicht von Quarzsand zerrieben und mit 0,1 m NaF (6 ml pro g Gewebe) extrahiert. Nach 10 min zentrifugierte man 3 min lang bei 800 g; zur Untersuchunng wurde die klare Lösung verwendet.

Die Polysaccharid-phosphorylase-Aktivität wurde nach CORI, CORI und GREEN[1]) gemessen. Der Versuchsansatz bestand aus 0,1 ml der Extrakte, 0,25 ml 2% in 0,05 m Tri(oxymethyl)aminomethan-Maleat-Puffer (p_H 6,8) Glykogen, 0,1 ml 0,015 m Adenosin-5-phosphat und 0,1 ml 0,064 m Glukose-1-phosphat oder H_2O. Nach 5 min bei 30° C wurde die Reaktion durch Zusatz von 1 ml 20% Trichloressigsäure unterbrochen, die Lösung zentrifugiert, und auf einem aliquoten Teil der klaren Flüssigkeit bestimmte man PO_4''' in Anlehnung an die Methode von YOUNGBURG[2]). Die Ergebnisse zeigt Tabelle 1. Jede Zahl gibt den Durchschnittwert von zwei Versuchen an.

Vergleicht man die durchschnittlichen Werte der Geschwindigkeit der Phosphorolyse im Skelett- und im Herzmuskel, die in Turin gemessen wurden, mit den im Institut „Angelo Mosso" auf dem Col d'Olen nach einem Aufenthalt von 15 bis 19 Tagen festgestellten, so ist ein markanter Unterschied zu verzeichnen: die Skelettmuskelwerte in Turin sind bedeutend kleiner (− 32,2%) als die im Hochgebirge. Diese Abweichung, nach STUDENT-*t* berechnet, ist statistisch signifikant für $P < 0{,}27$. Der Unterschied ist etwas geringer für den Herzmuskel; er beträgt, nach STUDENT-*t* berechnet, dennoch − 26,0%, ist also auch statistisch signifikant für $P < 0{,}27$. Demnach ist es außer Zweifel, daß die Höhe auf die Phosphorolyse des Skelettmuskels und des Herzens einen Einfluß ausübt.

Tabelle 1. *Phosphorylase-Aktivität des Skelettmuskels und des Herzens der Ratten, die im Institut „Angelo Mosso" auf dem Col d'Olen und in Turin gehalten wurden*

Die Zahlen geben den abgespaltenen Phosphor in g an (s. Text)

Nr.	Col d'Olen		Turin		Nr.	Col d'Olen		Turin	
	Hz	Skm	Hz	Skm		Hz	Skm	Hz	Skm
1	51	87	75	148	11	51	102	79	150
2	57	97	65	142	12	61	101	71	166
3	63	94	77	148	13	60	98	63	158
4	43	105	71	149	14	60	106	79	156
5	48	96	75	160	15	52	101	71	151
6	55	115	79	143	16	52	104	70	147
7	39	91	72	147	17	60	—	76	158
8	55	116	83	147	18	59	116	64	150
9	57	123	70	150	19	63	118	68	173
10	50	94	83	147	20	53	100	79	161

Mittelwerte: auf Col d'Olen: Herz 54 ± 6,4, Skm 103 ± 10,6; in Turin: Hz 73 ± 5,9, Skm 152 ± 8,3. — Hz = Herz, Skm = Skelettmuskel.

Die Änderung der Phosphorylase-Aktivität in beiden Geweben kann wenigstens teilweise dazu beitragen, die bekannte Abnahme der Konzentration der Adenosintriphosphorsäure in diesen Geweben bei Hypoxie zu erklären. Auch die von der Adenylsäurekinase im Skelettmuskel und im Herzen geförderte Bildung der Adenosintriphosphorsäure zeigte sich in Versuchen im Institut „Angelo Mosso" auf dem Col d'Olen sicher vermindert[3]). Es ist uns nicht bekannt, ob die Höhe auf die oxydative Phosphorylierung, einen weiteren wichtigen Mechanismus der Adenosintriphosphorsäurebildung, wirkt. Im Institut „Angelo Mosso" haben wir dennoch im Herzmuskel von Ratten nach einem Aufenthalt von 10 bis 15 Tagen eine deutliche Zunahme der Succinodehydrogenase-Aktivität gegenüber den Werten in der Ebene beobachten können[4]). Überdies haben seit langem HARNISCHFEGER und OPITZ[5]) unter anderem im Herzmuskel von Kaninchen, die in der Unterdruckkammer 40 bis 140 Tage lang unter einem einer Höhe von 6000 bis 9000 m entsprechenden Drucke gehalten wurden, eine Zunahme der Konzentration von Cytochrom c festgestellt.

Institut für Biochemie der Universität, Turin, und Institut „Angelo Mosso", Col d'Olen (Monte Rosa)

C. LENTI und M. A. GRILLO

Eingegangen am 25. Oktober 1956

[1]) CORI, C. F., G. T. CORI u. A. A. GREEN: J. of Biol. Chem. **151**, 39 (1943).

[2]) YOUNGBURG, G. E., u. M. V. YOUNGBURG: J. Labor. a. Clin. Med. **16**, 158 (1930).

[3]) LENTI, C., u. M. A. GRILLO: Rend. Accad. naz. Lincei **1956**.

[4]) LENTI, C., M. CAFIERO u. M. A. GRILLO: Rend. Accad. naz. Lincei, Ser. VIII **18**, 85 (1955).

[5]) HARNISCHFEGER, E., u. E. OPITZ: Arch. ges. Physiol. **252**, 627 (1950).

Der zytologische Nachweis der parthenogenetischen Entwicklung bei der Anthomeduse *Margelopsis haeckeli* Hartlaub

Bei der Anthomeduse *Margelopsis haeckeli* HARTLAUB, einer im Sommer nicht seltenen Küstenform der südlichen Nordsee, kommt ein ungewöhnlicher Entwicklungszyklus vor, der durch die Aufzucht im Laboratorium geklärt werden konnte[1]). Die Meduse erzeugt nacheinander zwei Sorten von

Eizellen, zuerst kleine dotterarme Eier, die sog. Subitaneier, die sich am Manubrium zu Polypen entwickeln. Diese lösen sich los, wachsen heran und erzeugen während ihres planktischen Daseins durch Knospenbildung neue Medusen. In der zweiten Vermehrungsphase produzieren die Medusen große dotterreiche Eier, die sog. Dauereier; diese lösen sich bereits auf dem Stadium der Gastrula vom Manubrium ab und sinken zu Boden. Hier heften sich die Dauereier fest und formen sich zu einem embryonalen Bodendauerstadium um. Nach einer mehrmonatigen Winterruhe schlüpft im Frühjahr ein kleiner Polyp aus, der zum Planktonleben übergeht, heranwächst und durch Knospung die neue Medusengeneration erzeugt.

Dieser Fortpflanzungsmodus, der schon durch die Bildung von zwei Eisorten und durch das Vorkommen eines embryonalen Bodendauerstadiums von allen anderen bekannten Entwicklungszyklen bei den Hydromedusen abweicht, weist eine weitere Besonderheit durch das Fehlen von männlichen Medusen auf. In zahlreichen Zuchtversuchen erwiesen sich sämtliche Medusen durch die Bildung von Eiern als weiblich; das gleiche gilt auch für alle Tiere, die aus Planktonfängen stammen. Da getrennte männliche Gonaden fehlen und — bis auf einen Ausnahmefall — in der weiblichen Gonade niemals Anzeichen einer Spermatogenese gefunden wurden, ließen sich Zwittrigkeit und Selbstbefruchtung ausschließen, so daß parthenogenetische Entwicklung angenommen werden mußte.

Der endgültige Nachweis für diesen bei Coelenteraten bislang unbekannten Entwicklungsmodus konnte jetzt durch die zytologische Untersuchung der Eireifungsvorgänge erbracht werden. An Furchungsstadien ließ sich zunächst die Chromosomenzahl ermitteln; sie beträgt $2n = 18$. Weiterhin zeigte sich, daß bei der Kernreifung der Eizellen die Meiose unterdrückt wird. Die für die normale Meiose wesentlichen Phänomene der Bukettanordnung und der Paarung der Chromosomen, damit auch die Tetradenbildung fehlen. Die Metaphaseplatte der einzigen Reifungsteilung, der Äquationsteilung, enthält also nur Univalente in der diploiden Zahl. Meiotische Merkmale sind noch mit der langen Dauer der Prophase und der starken Kontraktion der Chromosomen bei der Äquationsteilung erhalten. Die Bildung von Richtungskörpern unterbleibt; vielmehr gehen die beiden diploiden Chromosomensätze der Ana- bzw. Telophase in die Kerne für die sich unmittelbar anschließende Eifurchung ein.

Die Kernreifung erfolgt bei den Subitan- und Dauereiern in übereinstimmender Weise, womit die parthenogenetische Entwicklung für beide Eisorten nachgewiesen ist. Nach der gebräuchlichen Terminologie[2]) liegt ein typischer Fall von thelytoker apomiktischer Parthenogenese vor. Die ausführliche Darstellung der Untersuchungen erfolgt an anderer Stelle[3]).

Biologische Anstalt Helgoland, List a. Sylt

BERNHARD WERNER

Eingegangen am 29. Oktober 1956

[1]) WERNER, B.: Ann. New York Acad. Sci. **62**, 1 (1955). — Verh. dtsch. zool. Ges. **1954**, 124 (1955).

[2]) SUOMALAINEN, E.: Adv. Genet. **3**, 193 (1950).

[3]) Die zytologischen Untersuchungen konnten im Max-Planck-Institut für Meeresbiologie, Abt. H. BAUER, Wilhelmshaven, durchgeführt werden, wofür ich Herrn Professor BAUER herzlich danken möchte.

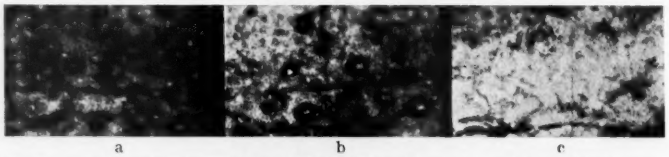
Neurohormonaler Wirkungsantagonismus beim Farbwechsel von Dixippus morosus

Der physiologische Farbwechsel der Insekten unterliegt hormonaler Regulation. Experimentell wurde bisher im wesentlichen mit zwei Objekten gearbeitet: der Stabheuschrecke Dixippus morosus und der Larve von Corethra. Nach den Untersuchungen mit Dixippus sind für die Dunkeladaptation vor allem das Gehirn[1]) und außerdem das Unterschlundganglion[2]) von Bedeutung. Auf Grund unserer Versuche an der Larve von Corethra[3a]) und an Periplaneta[4]) war damit zu rechnen, daß außer im Cerebral- und Unterschlundganglion auch in allen Thoracal- und Abdominalganglien Neurohormone auftreten, die den Farbwechsel beeinflussen. Die papierchromatographische Verarbeitung des Nervenextraktes von Periplaneta und Dixippus (Gehirn, Corpora cardiaca, Corpora allata, Unterschlundganglion, Bauchganglien) führte zunächst zu dem Ergebnis, daß ebenso wie bei Periplaneta[4]) auch bei Dixippus sowohl im Gehirn, den Corpora cardiaca als auch den Bauchganglien zwei verschiedene Neurohormone vorkommen. Ob diese Neurohormone mit den Stoffen in Beziehung zu setzen sind, die neuerdings aus dem Gehirnkomplex verschiedener Insekten extrahiert wurden und die zum Teil

Fig. 1. Dixippus morosus, zweimal geschnürt. Aufhellung des Hinterendes nach Injektion von Neurohormon D, Mittelstück als Kontrollstück dienend

ebenfalls den Farbwechsel bei Dixippus beeinflussen[5]), läßt sich zur Zeit nicht sagen.

Injektion von Neurohormon D (Eluat des papierchromatographisch getrennten Extraktes der genannten Nervenbezirke von Periplaneta oder Dixippus) in das Hinterende eines zwei-



a b c

Fig. 2a—c. Antagonistische Wirkung der beiden Neurohormone C und D aus dem Nervensystem von Dixippus auf Hypodermis von Dixippus in vitro. a Wirkung von Neurohormon C (Verdunklung); b Kontrollstück in Ringerlösung; c Wirkung von Neurohormon D (Aufhellung)

fach abgebundenen Versuchstieres führte dort zu einer deutlichen Aufhellung gegenüber dem als Kontrolle dienenden Mittelstück (Fig. 1). Damit liegt erstmalig ein experimenteller Hinweis für einen „Aufhellungsfaktor" im Farbwechselgeschehen bei Dixippus vor.

Weitere Versuche an Hypodermisstückchen in vitro erbrachten den Nachweis, daß die beiden Neurohormone C und D antagonistisch den Farbwechsel von Dixippus beeinflussen. Wie schon nach Injektion verursachte Neurohormon D von Dixippus auch in vitro eine Aufhellung, Neurohormon C dagegen eine Verdunklung der Epidermis (Fig. 2). Da ganz entsprechende Verhältnisse für die Melanophoren der Corethra-Larve zutreffen[3b]), ist hier mit einem für den Farbwechsel allgemein bedeutsamen Wirkungsprinzip zu rechnen. Zugleich ergeben sich aus diesen Befunden weitere allgemeine Schlußfolgerungen zum Problem des Hormonsystems der Insekten überhaupt[3c]).

Zoologisches Institut der Universität, Jena

MANFRED GERSCH und GEORG MOTHES

Eingegangen am 1. Oktober 1956

[1]) GIERSBERG, H.: Z. vergl. Physiol. **7**, 657 (1928).

[2]) DUPONT-RAABE, M.: C. R. Acad. Sci. Paris **232**, 886 (1951).

[3]) GERSCH, M.: a) Z. vergl. Physiol. **34**, 346 (1952). — Experientia [Basel] **6**, 413 (1955). — Biol. Zbl. **74**, 603 (1955). — b) Z. vergl. Physiol. (im Druck). — c) Forsch. u. Fortschr. (im Druck). — Dtsch. entomol. Z. (im Druck).

[4]) UNGER, H.: Naturwiss. **43**, 66 (1956). — Biol. Zbl. (im Druck).

[5]) KNOWLES, F. G. W., D. B. CARLISLE u. M. DUPONT-RAABE: J. Mar. Biol. **34**, 611 (1955). — L'HÉLIAS, C.: C. R. Acad. Sci. Paris **241**, 770 (1955).

Fehlleistung bei der Kopula als Ursache von Infertilität der Bienenkönigin (*Apis mellifica* L.)

Von den vielen Möglichkeiten der Infertilität der Bienenkönigin konnte eine Form ursächlich experimentell geklärt werden. Es handelt sich dabei um Jungköniginnen, die anscheinend normal begattet waren, jedoch trotz wiederholter CO_2-Narkose auch nach 3 bis 4 Monaten zu *keiner* Eiabgabe

übergingen. Die histologischen Untersuchungen dieser Königinnen zeigten, daß das gesamte Ejakulat den unpaaren Eileiter als agglutinierter Pfropfen sperrte. Das Agglutinat bestand aus Spermienmassen vermischt mit Exkrementteilen, die aus dem Rectum stammten. Nach eingehenden Untersuchungen des Verdauungstractus der Königin konnte keinerlei Verletzung des Darmes oder des Rectums festgestellt werden.

Als nächste Ursache dieser Form von Infertilität kam die Drohne in Frage. Es konnte festgestellt werden, daß das Rectum bei manchen Drohnen während der Stülpung des Penis aufreißt. Dabei werden die Exkremente und Hämolymphe mit dem Ejakulat vermengt. Die Drohnen können künstlich durch Äther- und Chloroformnarkose zur Stülpung des Penis veranlaßt werden (Fig. 1). Die Drohnen, denen man keine Gelegenheit zur Entleerung des Rectums durch Flug vor der Narkose gegeben hat, zeigen die beschriebene Fehlstülpungsform regelmäßig (Fig. 2). Der Vorgang bei der Zwangsstülpung läßt noch keine sichere Schlußfolgerung zu, ob die

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 1. Normal gestülptes Kopulationsorgan der Drohne

Fig. 2. Fehlgestülptes Kopulationsorgan. Ejakulat vermischt mit Hämolymphe und Exkrementen

gleiche Erscheinung auch bei der natürlichen Begattung gelegentlich stattfinden kann. Erst die Untersuchung der eingangs erwähnten, natürlich begatteten Jungköniginnen ließ die Möglichkeit einer Fehlbegattung mit einer fehlstülpenden Drohne als auch in der Natur möglich erscheinen.

Mit der Methode der künstlichen Besamung der Honigbiene nach MACKENSEN und ROBERT[1]) war es möglich, das mit Exkrementen und Hämolymphe vermischte Ejakulat von dem fehlgestülpten Kopulationsorgan der Drohne abzupipettieren und einer Jungkönigin wieder in das Geschlechtsorgan zu injizieren. Auch wurde von einer normalstülpenden Drohne nach demselben Verfahren Samen entnommen, mit Exkrementen bzw. Hämolymphe vermischt und ebenfalls übertragen. Die so künstlich besamten Jungköniginnen legten auch nach einer Kontrollzeit von 3 Monaten keine Eier. Die histologische Untersuchungen der Eileiter ergaben Agglutinationspfropfen in den unpaaren Teilen.

Beide Befunde, die der natürlich begatteten wie die der künstlich besamten Königinnen, deckten sich in allen wesentlichen Punkten. Eine Verdünnung des Ejakulates mit Hämolymphe oder Exkrementen über 0,5% (± 0,1) verursachen Agglutinationszentren, die einen Weitertransport der Spermien in das Receptaculum seminis verhindern.

Institut für angewandte Zoologie der Universität, Würzburg

F. KÖHLER

Eingegangen am 1. Oktober 1956

[1]) MACKENSEN, O., u. W.C. ROBERT: A manual for the artificial insemination of queen bees. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Administration ET-250, p. 3-18, 24/25 (1948).

On the Adsorption of Water by Cation Exchange Resins

Determination of the extent of swelling of, or the amount of adsorbed water on, a cation exchange resin has been recently the subject of great interest[1]). Of the various processes developed[2]),[3]) the method employed by KAKIHANA, MARUICHI and YAMASAKI[3]) is found to be suitable for estimation of the amount of adsorbed water by a cation exchange resin when immersed especially in an electrolyte solution. The present communication reports an account of a detailed investigation on the variation of adsorbed water with the concentration of HCl used as one of the constituents of the electrolyte solution. Duolite C-3 was used in the hydrogen form. NaCl and HCl employed were of B.D.H. Analar quality. A known quantity of dried resin was added to a definite volume of HCl-NaCl solutions of varied strengths of the acid. The amount (A, cc./gm. of dried resin) of adsorbed water was estimated by the following equation:

$$A = ((H^+)_S\, V + [H^+]_Q + [H^+]_R - \{E + [H^+]_0\})/(H^+)_S\,. \quad (1)$$

For the definition of the symbols in eq. (1), the reader is referred to KAKIHANA, et al.[3]). Fig. 1 gives a typical series of results on the variation of A with the molar concentration (C) of HCl used in the electrolyte solution. It was interesting to note that A decreased progressively with increase in C, tending

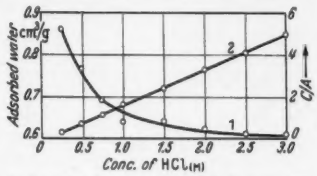


Fig. 1. Adsorbed water (curve 1) and C/A (curve 2) for different concentrations of HCl

to a stationary value at large C. Further, at a fixed concentration of NaCl, the following equation appears to hold good for the variation of A with C:

$$A = K_1 C/(1 + K_2 C) \quad (2)$$

where K_1 and K_2 are constants. It was instructing to note that as required by eq. (2), C/A was linearly variant with C (see Curve 2, Fig. 1).

Fuller details will appear elsewhere.

Author's thanks are due to Dr. N.A. RAMAIAH, Head of the Deptt. of Physical Chemistry, Indian Institute of Sugar Technology, for suggesting the problem and valuable guidance; and to Mr. S.P. SAXENA, Principal, and to Prof. H.L. ROHATGI, Head of the Deptt. of Chemistry, D.A.V. College, Kanpur, for their interest in the work.

Department of Chemistry, D.A.V. College, Kanpur, India

H.C. GUPTA

Eingegangen am 15. Oktober 1956

[1]) PEPPER, REICHENBERG and HALE: J. Chem. Soc. **1952**, 3129. — DAVIES and YEOMAN: Trans. Faraday Soc. **49**, 968 (1953).

[2]) GREGOR: J. Amer. Chem. Soc. **73**, 642 (1951).

[3]) KAKIHANA, MARUICHI and YAMASAKI: J. Phys. Chem. **60**, 36 (1956).

Carcinogene Wirkung von Parafuchsin im Injektionsversuch an Ratten

Nachdem SCHILLER[1a]) und HARRIS[1b]) zuerst beim „Lichtgrün SF gelblich" starke carcinogene Wirkungen festgestellt hatten, wurde eine ganze Anzahl saurer Triphenylmethan-Farbstoffe wirksam gefunden[2]). Die cancerogene Eigenschaft dürfte mit der besonderen Tautomerie-Fähigkeit der Triphenylmethane zusammenhängen. Da diese Verbindungen im allgemeinen bei oraler Gabe nicht resorbiert werden, ist die Wirkung nur im Injektionsversuch nachweisbar.

In früheren Versuchen hatten wir das basische 4-Dimethylaminotriphenylmethan, das etwa dem cancerogenen 4-Dimethylaminoazobenzol analog ist, bei subcutaner Injektion an Ratten schwach, jedoch sicher wirksam gefunden[3]). Hier soll über Ergebnisse mit 4,4′,4″-Triaminotriphenylmethan-Hydrochlorid („Parafuchsin, Para-Magenta", Schultz-Tab. No. 779) berichtet werden. YOSHIDA und Mitarbeiter[4]) hatten nach Implantation von collodiumüberzogenen Parafuchsin-Kristallen in die Harnblase von Ratten bereits eine Bildung von Papillomen beobachtet.

Der von uns verwendete Farbstoff erwies sich papierchromatographisch als praktisch einheitlich. Das Maximum der spektralen Absorption in Wasser wurde der Literatur entsprechend bei 544 mμ gefunden.

20 Ratten unseres erbreinen Stammes BD III erhielten wöchentlich 10 mg Parafuchsin-Hydrochlorid, zu 1% in Wasser gelöst, subcutan injiziert. Die Behandlungsdauer betrug maximal 515 Tage, die dabei applizierte Gesamtdosis 650 mg. Die mittlere Lebensdauer der behandelten Ratten betrug 545 Tage gegenüber 780 bei den Kontrollen.

10 Monate nach Beginn der Behandlung, bei einer Gesamtdosis von 370 mg, trat bei einem Tier ein Sarkom auf. Zu diesem Zeitpunkt lebten noch 12 Ratten. Im Laufe der nächsten Monate entstanden bei sechs weiteren Tieren ebenfalls

lokal an der Injektionsstelle schnell wachsende und bald zum Tode führende Tumoren, die sämtlich histologisch von Professor Dr. H. HAMPERL, Bonn, als Spindelzellensarkome diagnostiziert wurden.

Da subcutane Sarkome bei unseren Ratten spontan sehr selten vorkommen (unter 0,5%) und alle Tumoren streng an der Injektionsstelle auftraten, kann der Kausalzusammenhang als gesichert gelten. Die hohe Ausbeute von 7 unter 12 Ratten bei einer mittleren Gesamtdosis von 500 mg spricht für eine beachtliche carcinogene Wirksamkeit des Parafuchsins.

Die Arbeiten wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

Laboratorium der Chirurgischen Universitätsklinik, Freiburg i. Br.

H. DRUCKREY, H. A. NIEPER und H. W. LO

Eingegangen am 2. November 1956

[1]) SCHILLER, W.: Amer. J. Canc. **31**, 486 (1937). — HARRIS, P. N.: Canc. Res. **7**, 35 (1947).
[2]) WILLHEIM, R., u. A. C. JOY: Canc. Res. **12**, 308 (1952).
[3]) DRUCKREY, H., u. D. SCHMÄHL: Naturwiss. **8**, 215 (1955).
[4]) YOSHIDA, T., T. SHIMANCHI u. C. KIN: Gann **35**, 272 (1941).

Einfluß des Gibberellins auf die Blütenbildung bei Kalanchoe bloßfeldiana

Wie wir früher mitgeteilt haben[1]), kann man bei der Lang-Kurztagpflanze Bryophyllum und bei der Langtagpflanze Lapsana communis unter streng vegetativen Bedingungen Blütenbildung durch Gibberellin auslösen. Schon wesentlich früher als bei diesen Objekten haben wir mit der Gibberellinbehandlung bei der Kurztagpflanze Kalanchoe bloßfeldiana begonnen. Obgleich wir die Behandlungsweise außerordentlich stark variiert haben, ist bis heute, d. h. mehr als 5 Monate seit Beginn der Versuche, an keiner der mehr als 150 Versuchspflanzen eine Förderung des Blühens zu beobachten. Im Gegenteil, es macht sich eine gewisse Hemmung geltend: die Blüten werden an den Gibberellinpflanzen zwar etwa zum gleichen Zeitpunkt sichtbar wie an den durch Kurztag induzierten Kontrollen, aber es kommen nur relativ wenige Blüten zur Entwicklung, und nach einiger Zeit findet ein Rückschlag zur vegetativen Phase statt. Auch das Längenwachstum der Internodien, das bei nichtblühenden Kalanchoepflanzen wesentlich stärker ist als bei blühenden, ist bei den Gibberellinpflanzen stark gefördert, und die Blattsukkulenz, die bei blühenden Pflanzen besonders hoch ist, ist bei den Gibberellin-Exemplaren gering. Bei Kalanchoe werden die vegetativen Merkmale also durch Gibberellin gefördert, die reproduktiven aber gehemmt.

Aus dieser gänzlich andersartigen Reaktion der Kurztagpflanze Kalanchoe gegenüber unseren anderen Versuchsobjekten ergibt sich, daß das Gibberellin keinesfalls der allein ausschlaggebende Faktor für die Blütenbildung sein kann [vgl. [1a])].

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Göttingen, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität

R. HARDER und R. BÜNSOW

Eingegangen am 26. November 1956

[1] BÜNSOW, R., u. R. HARDER: Naturwiss. a) **43**, 479 (1956); b) **43**, 527 (1956).

Gibberellin and Flower Formation

As reported previously[1]), gibberellin induces flower formation in noncold-treated biennial *Hyoscyamus niger*, thus enabling this plant to bypass its normal cold requirement. The experiments have meanwhile been extended to other cold-requiring plants and to a number of long- and short-day plants, all of them maintained under noninductive conditions. This note is to summarize the results. A fuller account will be published elsewhere.

Cold-requiring plants. Some, but not all plants of a variety of carrot (Early French Forcing) formed flowers after $1^1/_2$ to $2^1/_2$ months of daily applications of 10 µg or more of gibberellin[2]). In another variety (DANVER's Half Long), a bolting response only has been observed so far, and the same is true of parsley (Hamburg) and turnips (Purple Top Globe). The treatment is being continued. In winter rye (PETKUS) stem elongation was greatly promoted, but no effect on flower initiation was to be detected (same leaf number to first flower and same developmental stage of the terminal shoot meristem in treated plants and controls)[3]).

Long-day plants. A rapid flowering response, equalling the effect of long-day exposure, was obtained in *Samolus parviflorus* with daily applications of 2 µg or 5 µg of gibberellin. Flower buds became visible after about one month, open flowers appeared one week later (5 µg treatment). A similar response seems to occur in *Crepis tectorum* (the experiment is still in progress). In *Silene armeria* and in annual *Hyoscyamus niger* the response was much slower and so far partial (only part of the treated plants responding, similar to the Early French Forcing carrot). The minimum effective dose was 10 µg daily, and the first flower buds became visible after about 7 to 8 weeks in Silene and after 10 weeks in Hyoscyamus. In Hyoscyamus, the buds failed to develop further; however, continued development may be a matter of proper dosage and periods of treatment. In Petkus spring rye, the results were identical with those in nonvernalized winter rye.

Short-day plants. A four week long application of 1 to 10 µg gibberellin daily greatly enhanced stem elongation in cocklebur *(Xanthium saccharatum)*, but the plants remained strictly vegetative. An experiment with soybean (Biloxi), still in progress, indicates a similar behavior.

Comments. It is evident that gibberellin is capable of inducing flower formation in a considerable number of plants and under strict noninductive conditions. However, this effect of gibberellin does not seem to be general. Promotion of flowering was not observed in rye (winter and spring) nor in short-day plants kept in long-day conditions, although the vegetative effects of gibberellin application were very pronounced. Where flower formation did occur in biennial and long-day plants, the response was variable: rapid and complete in some species, slow and possibly partial in others. This variability cannot be attributed to differences in photoperiodic requirement, since the sensitivity of Samolus and Crepis to long-day induction is not greater than that of Hyoscyamus and Silene. At present, to account for the variable effect of gibberellin on flower formation two explanations appear most probable: 1. Gibberellin, or a substance of similar physiological activity, is not the sole regulator of flower formation, but participates in this process in conjunction with other factors. Thus, the factors necessary for the complete functioning of gibberellin in flower formation may be limiting in some plants, but not in others. 2. The gibberellins of different plants are not identical and not completely interchangeable, so that a given gibberellin will not be equally effective in all plants, even if gibberellin is the factor limiting flower formation in these plants.

Whether the action of gibberellin in flower formation is direct or indirect, remains to be seen. If the plants which form flowers after gibberellin treatment are induced in the natural way (by a cold treatment or by long days), bolting and flower initiation occur almost simultaneously. In contrast, gibberellin treatment causes stem elongation to occur first, while flower initiation may be more or less delayed. Therefore it seems possible that the primary effect of gibberellin is initiation of stem elongation, and that further processes are set in motion in the elongating stem which in turn lead to flower formation. In this case, flower formation would be a secondary effect of gibberellin.

This work was supported in part by a research grant (RG-3939) from the National Institutes of Health, U.S. Public Health Service.

Department of Botany, University of California, Los Angeles 24, Cal.

ANTON LANG

Eingegangen am 16. November 1956

[1]) LANG, A.: Naturwiss. **43**, 284 (1956).

[2]) Part of the experiments was done with a mixture of gibberellin A and gibberellic acid, kindly supplied by Dr. F. H. STODOLA, U. S. D. A. Northern Utilization Research Branch, Peoria, Ill., part with a preparation containing gibberellic acid only, obtained through the courteousy of Dr. CURT LEBEN, Lilly Research Laboratories, Indianapolis, Ind.

[3]) Rye was treated either by applying a drop of gibberellin solution to the base of the blade of the youngest fully expanded leaf, or by immersing a leaf blade, with the tip cut, into the solution. The other plants were treated by applying the solution to the apical region of the shoot. Most experiments were carried out by Mrs. PATRICIA B. FINN.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

J·D· MÖLLER OPTISCHE WERKE GMBH
WEDEL / HOLSTEIN

STRICHPLATTEN aller Art, Kreisteilungen, Maßstäbe, Mikrometer, Faden- u. Distanzkreuze, Waagenskalen, Diagramme, Testplatten sowie nichtlineare Teilungen — auf Glas, Metall und Kunststoffen

PRÄZISIONS-TEILUNGEN

FÜR HÖCHSTE ANFORDERUNGEN
MÖLLER

RÖNTGENAPPARATE UND ZUBEHÖR FÜR ALLE FEINSTRUKTUR-UNTERSUCHUNGEN

RICH·SEIFERT+CO·
RÖNTGENWERK HAMBURG 13

Handbuch der Physik · Encyclopedia of Physics

Herausgegeben von **S. Flügge**, Marburg, Deutschland. 54 Bände. Mit Beiträgen in deutscher, englischer und französischer Sprache. Jeder Band ist einzeln käuflich.

Im Dezember 1956 werden erscheinen:

In Gruppe VI: Röntgenstrahlen und Korpuskularstrahlen. X-rays and corpuscular rays.
(Umfaßt die Bände XXX—XXXIV).

Band XXX:

Röntgenstrahlen · X-rays

Mit etwa 279 Figuren Etwa 404 Seiten Gr.-8°. 1956.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 70.40
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 88.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band einzeln zum Ladenpreis käuflich.

Band XXXII:

Strukturforschung · Structural Research

Mit etwa 380 Figuren. Etwa 690 Seiten Gr.-8°. 1956.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 115.20
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 144.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band einzeln zum Ladenpreis käuflich.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

HANDBUCH DER PHYSIK
ENCYCLOPEDIA OF PHYSICS

Herausgegeben von S. Flügge, Marburg, Deutschland. 54 Bände. Mit Beiträgen in deutscher, englischer und französischer Sprache. Jeder Band ist einzeln käuflich.

Ende Januar 1957 wird erscheinen in:

Gruppe IV: Elektrisches und magnetisches Verhalten der Materie. Electric and Magnetic Behaviour of Matter. (Umfaßt die Bände XVI—XXIII).

Band XX:

Elektrische Leitungsphänomene II - Electrical Conductivity II

Mit etwa 272 Figuren. Etwa 516 Seiten Gr.-8°. 1957.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 89.60
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 112.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band zum Ladenpreis einzeln käuflich.

Im Dezember 1956 wird erscheinen in:

Gruppe VII: Atom- und Molekülphysik. Atomic and Molecular Physics. (Umfaßt die Bände XXXV—XXXVII).

Band XXXV:

Atome I - Atoms I

Mit etwa 61 Figuren. Etwa 468 Seiten Gr.-8°. 1957.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 79.60
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 99.50

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band zum Ladenpreis einzeln käuflich.

Ende Januar 1957 wird erscheinen in:

Gruppe VIII: Kernphysik — Nuclear Physics. (Umfassend die Bände XXXVIII—XLV).

Band XL:

Kernreaktionen I - Nuclear Reactions I

Mit etwa 269 Figuren. Etwa 600 Seiten Gr.-8°. 1957.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 102.40
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 128.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band zum Ladenpreis einzeln käuflich.

Im Februar 1957 wird erscheinen in:

Gruppe X: Geophysik — Geophysics (Umfassend die Bände XLVII—XLIX).

Band XLVIII:

Geophysik II - Geophysics II

Redaktion: J. Bartels, Göttingen, Deutschland.
Mit etwa 495 Figuren. Etwa 1056 Seiten Gr.-8°. 1957.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 158.40
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 198.—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des Gesamtwerkes gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band zum Ladenpreis einzeln käuflich.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG